

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

FACULTAD DE MEDICINA HUMANA

UNIDAD DE POSTGRADO

**Aplicaciones de potenciales evocados para la generación
de señales bioelectromagnéticas de identificación
personal**

TESIS

para optar el Grado Académico de Doctor en Neurociencias

AUTOR

César Armando Zárate Gonzales

ASESOR

Pedro Ortiz Cabanillas

Lima – Perú

2008

Al ordenamiento y organización inteligente de la sociedad, y a la Primera Promoción de
Neurociencias del Perú

Cuando uno diseña una tesis doctoral, de seguro que no lo puede hacer individualmente, siempre existe una sugerencia, un apoyo moral, un aliento o de repente una ayuda material.

Cuando la culmina, recuerda a todas aquellas personas que de una u otra manera han contribuido.

Mi agradecimiento a todas estas personas que brindaron su ayuda desinteresadamente. Especialmente al Dr. Alfredo Durand Padros, Jefe del Servicio de Potencial Evocado del Hospital Rebagiati Martins y al Dr. Marco Huertas Navarro, neurólogo del Servicio de Neurología del Hospital Nacional Guillermo Almenara, quienes me apoyaron en las primeras experimentaciones de esta tesis.

Mi profundo agradecimiento al Dr. Pedro Ortiz Cabanillas, Amauta de la República y primer gestor de las neurociencias en el Perú, por su brillante asesoramiento y por su ayuda invaluable en el desarrollo de la idea del sistema de codificación de la información social.

Mi agradecimiento especial a Cesar Bryan de la Puente López, César Lazo y Fabiola Rojas, por su colaboración en la experimentación de potencial evocado y su valiosa asistencia técnica.

Tesis Doctoral realizada por César Armando Zárate Gonzales, bajo la dirección y
asesoramiento del Dr. Pedro Ortiz Cabanillas

ÍNDICE

RESUMEN	07
ABSTRAC	07
INTRODUCCIÓN	07
CAPÍTULO 1 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	17
1.1 Planteamiento del problema	17
1.1.1 Descripción de la realidad problemática	17
1.1.2 Delimitación del problema	19
1.2 Antecedentes	20
1.3 Justificación	29
1.4 Finalidad	29
1.5 Objetivos	29
1.5.1 Objetivo general	29
1.5.2 Objetivos específicos	30
1.6 Formulación de la hipótesis e identificación de las variables	30
1.6.1 Hipótesis general	30
1.6.2 Hipótesis secundarias	30
1.6.3 Identificación de las variables	31
1.6.4 Contrastación de hipótesis	32
1.7 Descripción del tipo de investigación a realizar	32
1.8 Ámbito	34
CAPÍTULO 2 ESTRUCTURA REFERENCIAL	35
2.1 Marco teórico	35
2.1.1 El potencial evocado	69
2.1.2 Series de Fourier	81
2.1.3 Dimensión fractal	103
2.2 Marco conceptual	108
CAPÍTULO 3 EL MODELO DE POTENCIAL EVOCADO	113
3.1 Tecnologías de la interfaz cerebro-computador	113
3.2 Codificación de señales bioelectromagnéticas	124
3.3 Codificación del potencial evocado	135
3.4 Modelo de difusiones entrelazadas de redes neuronales	155

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	166
BIBLIOGRAFÍA	169
ANEXOS	173
Anexo 1: Teoría de la codificación social de Pedro Ortiz C.	
Anexo 2: Sistemas de codificación.	182
Anexo 3: Documentos base experimental.	

RESUMEN

La presente Tesis de Investigación Doctoral hace un análisis sistemático, sistémico y armónico del registro del potencial evocado hasta llegar a la codificación de esta señal bioeléctrica para su uso como registro individual específico mediante código de barras.

El código nervioso de una señal sensorial, cuyos detalles falta descifrar, está conformado por un conjunto de señales eléctricas que procesan las redes neurales del sistema sensorial, los núcleos subcorticales y la corteza cerebral, el cual es posible analizar y decodificar. Las señales nerviosas sensoriales representan por sí solas el medio exterior, pero sus procesos esenciales son decodificados en la corteza cerebral, donde se activa la información psíquica correspondiente, el decodificar las señales neuronales y su significado.

Estas señales se procesan en redes simétricas interconectadas en tiempo real, es decir, existen diferentes formas simétricas de señales en cualquier estructura del cerebro.

Tomando al cerebro humano como sistema de emisión de señales bioelectromagnéticas, se crea una interfaz con el potencial evocado, lo que permite analizar las distintas latencias y amplitudes en forma de señales neuronales bioelectromagnéticas, expresadas en minivoltios y hertzios, dentro de una longitud de onda que evoca el cerebro, utilizando modelos matemáticos como las series de Fourier, wavelets y fractales.

En esta interfaz se introduce el código de barras que es un código basado en la representación mediante un conjunto de líneas paralelas verticales de distinto grosor y espaciado, que en su conjunto contienen una determinada información. De este modo, el código de barras permite reconocer rápidamente a una persona, en tanto permite generar un registro individual específico de esta persona.

Con esta finalidad, se obtuvieron pruebas médicas del potencial evocado y se decodificaron mediante la trasformada de Fourier, lo que permitió la descomposición de la señal en componentes de frecuencias diferentes, **g**, que corresponde al espectro de frecuencias de la señal **f**. Luego, estas fueron procesadas mediante los modelos fractales, lográndose obtener una trasformada que se expresa en un código de barras personalizado. Es decir, el código nervioso es descifrado mediante la matematización con el uso de las series de Fourier y el procesamiento de la dimensión fractal y de su transformada, hacia un código de barras con múltiples aplicaciones en todas las ciencias.

Palabras clave.- Potencial evocado, Fourier, fractales, sistemas de codificación.

ABSTRACT

The following Ph.D. thesis research presents a systematic, systemic and harmonic analysis from the evoked potential record until the encoding of this bioelectric signal; in order to use it as a specific individual record through barcode.

The nervous code of a sensorial signal, which details need to be decoded, is formed by a group of electrical signal that processes the neural networks of the sensorial system, the sub cortical nuclei and the cerebral cortex. It is possible to analyze and decode. The sensorial nervous signals represent themselves the external mean, but their essential process is decoded at the cerebral cortex level, where it activates the respective psychic information. To decode the neural signals and their meaning.

These signals are processed in real-time interconnected symmetrical networks, which mean there are different shapes of symmetrical signals within any brain structure.

Taking the human brain as a bioelectromagnetic signal emission system, an interface is created with the evoked potential, which allows analyzing the different latencies and amplitudes through bioelectromagnetic neural signals, expressed on mini volts and hertz, within a wavelength that evokes the brain using mathematical models such as the Fourier series, wavelets and fractals.

In this interface, a barcode is produced, which is a code based on the representation of a group of vertical parallel lines with different widths and spacings, storing specific information. In this manner, the barcode allows to recognize a person quickly, as it allows generating a specific individual record of this person.

In this way, clinical tests of the evoked potential were obtained, they were decoded by the Fourier Transform, which allowed decomposing a signal into components of different frequency, **g**, represents the frequency spectrum of the signal **f**. Then, it was processed through fractal models obtaining a transform expressed by a personal barcode. In other words, the nervous code is decoded by mathematical means, using the Fourier series and the process fractal dimension and its transform, into a barcode with multiple applications to several sciences.

Keywords: Evoked potential, Fourier, fractals, encoding systems.

INTRODUCCIÓN

Neurociencias, son las ciencias que estudian el sistema nervioso y su manifestación interna y externa como el comportamiento. El campo neurocientífico toma en consideración la interdisciplinariedad desde diversos puntos de vista tales como el molecular, fisiológico, evolutivo, psicológico, clínico, epidemiológico, informático, etc. Para comprender la basta complejidad del sistema nervioso, es necesaria la convergencia de muchas ciencias, haciendo de las neurociencias una rama realmente multidisciplinaria y transdisciplinaria.

Todo comportamiento es el resultado de una actividad, psíquica y funcional, del cerebro. Explicar el comportamiento humano en función de la actividad que el sistema nervioso realiza es el objetivo de la neurociencia. La función de la actividad psíquica del cerebro es registrar y codificar información social en la forma de información psíquica consciente. La persona usa esa información para tomar decisiones y de este modo organiza su actividad en una sociedad (Ortiz, 1994, 2004).

La acción final esta basada en resultados computacionales procesados en el cerebro. Un sistema nervioso puede ser considerado como un sistema que procesa información social a fin de organizar, regular, estructurar la actuación de la persona.

La neurociencia investiga qué ocurre en este sistema. En esta investigación contribuyen otras ciencias como la neuroetología, neuroadministración, neuroingeniería, medicina, química, matemáticas y otras disciplinas.

Las neuronas usan señales estereotipadas eléctricas para procesar toda la información que constituye el sistema de la conciencia y la inconciencia. Las señales nerviosas son símbolos que no representan por sí solos el medio exterior, por lo que es un proceso esencial el decodificar las señales neuronales y su significado en el nivel de la conciencia, es decir, al activar la información codificada en la memoria neocortical del cerebro.

En efecto, el origen de las fibras nerviosas y su destino dentro del sistema nervioso determinan la activación e integración de la información guardada en dicha memoria. Por ejemplo, se sabe que en los mamíferos las fibras nerviosas del nervio óptico, al igual que las vías nerviosas ascendentes que van hacia el neocorteza son las que llevan la información visual del entorno social de la persona. El nervio acústico lleva la información auditiva del mismo entorno hacia la corteza auditiva. El significado de las señales eléctricas neuronales depende de la realidad objetiva o teórica (en un lenguaje) y del blanco de las interconexiones neuronales. Pero en los hombres, dichas señales sensoriales son procesadas en las redes neocorticales y de este modo activan los procesos afectivos, cognitivos y conativos que se expresan en la actividad perceptual, imaginativa, pensante y finalmente en la actuación personal (Ortiz, ob. cit).

En la presente investigación doctoral se hace un análisis sistemático, sistémico y armónico del registro del potencial evocado hasta llegar a la codificación de señales bioelectromagnéticas para su uso como registro individual específico.

El recorrido sistémico de la presente tesis doctoral es el siguiente:

1. Tomando al cerebro humano como modelo de emisión de señales bioelectromagnéticas, se crea una interfaz con el potencial evocado para comunicar las ciencias naturales con las ciencias formales, lo que permite analizar las distintas latencias y amplitudes en forma de señales neuronales bioelectromagnéticas, expresadas en minivoltios y Hertzios, dentro de una

longitud de onda que evoca el cerebro, utilizando modelos matemáticos como las series de Fourier y wavelets.

2. Una vez obtenidos los registros del potencial evocado de 68 pacientes, se descodificaron mediante la trasformada de Fourier, lo que permitió la descomposición de una señal en componentes de frecuencias diferentes, es decir, g corresponde al espectro de frecuencias de la señal f , utilizando la rama de la matemática que estudia la transformada de Fourier y sus generalizaciones, conocida como análisis armónico. Esta transformación da como resultado las redes neuronales matemáticas. Como se sabe, el código nervioso, cuyos detalles falta descifrar, está conformado por un conjunto de señales eléctricas que luego, por medio del uso de la dimensión fractal, se logra descifrar y crear un código nervioso que podría tener múltiples aplicaciones en muchas de las ramas de la ciencia.
3. Teniendo el modelo matemático (trasformada de Fourier), usando softwares especiales se simuló la codificación mediante la descomposición de la muestra que se obtuvo en las pruebas con el potencial evocado. La simulación mostró una serie de datos numéricos con sus respectivos grafos. Estos datos son muy importantes para el estudio desarrollado en esta tesis, por la calidad de información que proporciona. Cada dato numérico que se ubica en su respectiva celda, nos da una difusión entrelazada, creándose redes neuronales digitales. Luego, con el uso de la dimensión fractal se logró descifrar y crear el código neuronal.
4. Obteniendo la codificación del modelo de codificación digital, y el código nervioso, se crea un modelo de sistema de codificación viable.
5. En teoría, dentro del modelo de codificación funcionaría el código nervioso con su respectiva codificación por longitud de onda.
6. En esta interfaz se introduce el código de barras (es un código¹ basado en la representación mediante un conjunto de líneas paralelas verticales de distinto grosor y espaciado que en su conjunto contienen una determinada información. De este modo, el código de barras permite reconocer rápidamente a un ser humano en un punto de la cadena de redes sociales y realizar un control y dirección o consultar sus características asociadas.

¹ Ventajas del código de barras: Entre las primeras justificaciones de la implantación del código de barras se encontraron la necesidad de agilizar la detección del código nervioso y la de evitar errores de digitación. Otras ventajas que se pueden destacar de este sistema son:

- Agilidad en aplicar el código nervioso digital, pues no es necesario hacerlo sobre el sistema general sino simplemente en el lineal.
- Permite sensibilizar el actual sistema de potencial evocado.
- Rápido control y selección de personal.
- Estadísticas de redes sociales. El código de barras permite conocer las referencias en cada momento pudiendo extraer conclusiones de la persona a nivel global.
- El código nervioso permite captar la longitud de onda por colores del espectro bioelectromagnético y determinar su ubicación exacta dentro del mismo espectro.

Actualmente, el código de barras se está implantado masivamente y su objetivo, en la presente tesis, es codificar la señal fractal del potencial evocado, de tal forma que la señal lanzada por el potencial evocado nos sirve, mediante el código de barras, para ordenar y e instituir organizaciones sociales inteligentes. El código cerebral obtenido por potencial evocado le serviría a una institución para viabilizar su organización y controlar y dirigir las actividades laborales, por ejemplo, del dueño de la señal y del código de barras. En este punto, con el mismo código de barras, el ciudadano accede al sistema de redes sociales a nivel global en forma viable.

El sistema de codificación generado a partir de la longitud de ondas Hertzios y milivoltios, podrá ser usado simultáneamente dentro de las ciencias naturales, formales, computaciones y sociales.

Por otro lado, la lógica de nuestra investigación fue la siguiente:

Aplicamos el proceso de *abducción* a fin de formar una hipótesis explicativa y recursiva. Es la única operación lógica que introduce alguna idea nueva, porque la inducción no hace más que determinar un valor y la deducción meramente despliega las consecuencias necesarias de una pura hipótesis.

Nuestra concepción como idea nueva es la de ampliar el campo de las neurociencias dentro de los parámetros de las ciencias naturales, ciencias formales, ciencias computacionales y ciencias sociales, con un carácter eiksmórfico utilizando las semejanzas y el concepto de la metodología recursiva.

En conclusión, la lógica utilizada en la presente investigación es la de la abducción y de su trasformada la dialéctica.

Recopilando los pensamientos más creativos de Popper (1999), señalamos lo siguiente:

"Todos los fenómenos de la sociedad son fenómenos de la naturaleza humana",² "Las leyes de los fenómenos de la sociedad son, y no pueden ser nada más, que las leyes de las acciones y de las pasiones de los seres humanos"³, "Las leyes de la naturaleza humana individual. Los hombres no se convierten, al actuar juntos, en otra clase de sustancia..."⁴

La trama central de la tesis está en correspondencia con la idea de que las señales neuronales se pueden transcribir en información psíquica de la conciencia, éstas en un lenguaje matemático y éstas a su vez en un lenguaje digital y computarizado, y finalmente en información social.

En la extensa obra de P. Ortiz, se profundiza de manera coherente las leyes de la naturaleza humana en relación con la personalidad y su desarrollo epigenético hasta llegar a la sociedad:

"Toda la historia de la sociedad es resultado de las relaciones que generaron los seres humanos; pero una vez que la sociedad quedó organizada a base de información social, las

² Popper, Kart, *Escritos Selectos de Popper*, Editorial Fondo de Cultura Económica, México, 1,999.

³ Popper, Kart, *Escritos Selectos de Popper*, Editorial Fondo de Cultura Económica, México, 1,999.

⁴ Las citas v de este párrafo son de J.S. Mill, *A System of Logic*, 8ª ed., 1872, Libro VI, capítulo IX, sección 3; ibid., capítulo VI, sección 2; e ibid., capítulo VII, sección 1.

leyes que explican dichos procesos de la sociedad tienen su propio desarrollo, y así se han convertido en el modelo que organiza, a su vez, a dichos seres humanos hasta transformarlos en personalidades. Por tanto, cada ser humano que nace determinado por sus genes, se convierte en una clase superior de ser vivo, en un individuo social, dotado de la capacidad de crear teorías (a partir de la socialmente determinada) que lo vuelven capaz de transformar la naturaleza y la propia sociedad.” (Ortiz, 2004).

De este modo articulamos las señales naturales con las señales sociales, completando la interfaz con el sistema formal matemático y con la interfaz computacional, hasta podemos utilizar este resultado para viabilizar y organizar a la sociedad.

Ortiz, continúa con su teoría abarcando en este caso la naturaleza de la personalidad:

“...sino que personalidad es el sistema integrado del individuo humano cuya actividad total ha sido reestructurada por la misma clase de información que organiza a la sociedad. Por eso, desde este punto de vista, la personalidad ha de ser entendida como un sistema vivo individual, estructurado a partir de la información genética de sus células y reestructurado por toda la información social que ha llegado a constituirse en su conciencia, en el curso de su infancia, niñez y adolescencia. Es decir, la personalidad es el sistema de un hombre concreto, cuya historia ha sido y es organizada al interior de la sociedad donde ella se forma y reproduce, produce y crea (Ortiz, 2004a).”⁵

Es decir, la tesis propone un nuevo lenguaje -en este caso codificado- partiendo de la base del cerebro humano como ente individual, luego, estas señales neuronales se matematizan formalmente, se llevan a señales digitales y finalmente se codifican en un modelo integrado y holístico de neurociencia de las redes neuronales eiksmórfica. A este respecto, Ortiz dice:

“Definimos la sociedad como el sistema supraindividual humano que se organizó a partir de unas relaciones interpersonales propias de los hombres de la especie *Homo sapiens* y cuya estructura actual se desarrolla sobre la base de la información social que determina tanto su estructura intrínseca de relaciones sociales esencialmente económicas, como la estructura social de cada uno de sus miembros. Ortiz, 2004a).”⁶

Actualmente la información social no esta matematizada ni codificada por lo que la presente tesis propone un modelo de codificación de esta información mediante señales neuronales. Al respecto Ortiz menciona en varios trabajos (1994, 1996, 1997, 1999, 2004) que:

“...ha sustentado el concepto de que el sistema vivo es un sistema material (físico y químico), no sólo *ordenado*, sino esencialmente *organizado* a partir de *información*; y que esta información es sólo el desarrollo superior de los procesos neguentrópicos de la materia que surgen a pesar de la actividad entrópica o tendencia universal de la materia hacia su descomposición o trastorno. Esta concepción se funda en que la información no es noticia, instrucción, mensaje o conocimiento (que en todo caso son sinónimos de sentido común que se refieren sólo a la información de tipo social), sino que la información es toda estructura material incluida dentro de un sistema igualmente material, que al reflejar tanto la actividad interna de este sistema como la estructura del ambiente que lo rodea, su actividad determina la organización de todo el sistema que en la forma de individuo o sociedad, se reproduce, se mantiene y muta (Ortiz 2004a).”⁷

⁵ Ortiz CP. El nivel conciente de la memoria, hipótesis de trabajo 117 Pág. Fondo Editorial Universidad de Lima, 1998.

⁶ *ibid*

⁷ *ibid*

La información que se extrae mediante potencial evocado en el laboratorio, nos muestra en el caso normal, un estado neguentrópico que está no sólo *ordenado*, sino esencialmente *organizado*. (*paciente sano*); caso contrario reflejaría un estado entrópico (*paciente enfermo*).

Luego, el mencionado autor, continúa diciendo:

"La sociedad es pues la culminación del desarrollo del sistema vivo. Si nos atenemos a las clases de información que han determinado los distintos tipos y grados de complejidad de los seres vivos, no es difícil comprobar que por lo menos la cantidad de información que ha surgido en cada nuevo estadio evolutivo es siempre mayor que la del estadio anterior; que la estabilidad del sistema se torna mayor ante las contingencias impuestas por los procesos entrópicos de la materia que se le oponen."⁸

Y también que:

"Las interrelaciones entre un nivel de información y otro son procesos de determinación esenciales para la reestructuración de un individuo y de la sociedad de la que forma parte."⁹

Cuando se menciona "interrelaciones de los niveles de información", la tesis propone un modelo de difusiones entrelazadas, del sistema de codificación.

Por otro lado, la justificación de la investigación se encuentra anidada en la idea de autonomía, la cual reproduzco para fundamentar la investigación, pues esta sirve como base para utilizar las series de fourier en la matematización de las señales del potencial evocado y luego fractalizar y encontrar el diagnóstico más acertado en la interfaz de cómputo.

La idea de autonomía es medular en la generación de teorías, la creación humana, crea a su vez, como lo hacen otros productos humanos, su propio dominio de autonomía.

Pero esta autonomía no es ideal, ahistórica, virtual, sino real, histórica, y en estrechas relaciones epigenéticas y cinéticas entre la sociedad y la conciencia de los individuos.

Hay incontables ejemplos de esto, quizás los más impresionantes y, en todo caso, los que deberíamos recordar siempre como nuestros ejemplos estándares, se encuentran en la teoría de los números naturales, que es la base fundamental de la generación de series de Fourier.

La secuencia de los números naturales constituye una construcción humana. Pero aunque hemos creado esta secuencia, esta crea, a su vez, sus propios problemas autónomos. La distinción entre números pares y números impares no ha sido creada por nosotros, es una consecuencia no intencional e inevitable de nuestra creación. Los números primos, por supuesto son, de manera semejante, hechos no intencionales, autónomos y objetivos, y en este caso, es obvio que tenemos que descubrir otros hechos relativos a ellos: hay

⁸ ibid

⁹ ibid

conjeturas que establecen la creación de un sinnúmero de estructuras matemáticas que se proyectan en el futuro.

En este caso, las aplicaciones de fractales en la utilización de diagnósticos en potenciales evocados y en la generación de nuevas series por métodos de fractalización nos ofrecen una idea de autonomía.

Y estas conjeturas, aunque se refieren indirectamente a objetos que son creación nuestra, se refieren directamente a problemas y a hechos que de algún modo surgieron de nuestra creación y sobre los que no podemos tener ni influencia ni control; son hechos crudos, y a veces, la verdad acerca de ellos es difícil de descubrir."¹⁰

Es decir, las creaciones humanas son en gran parte autónomas, aunque las hayamos creado los hombres. Pero tal autonomía *es sólo parcial*, los nuevos problemas nos llevan a nuevas creaciones o construcciones -tales como las funciones recursivas- y así añadimos nuevos objetos al mundo de las creaciones humanas; cada uno de estos pasos creará *nuevos hechos no intencionales, nuevos problemas inesperados, y a menudo, también, nuevas refutaciones*.

Lo más importante de las creaciones humanas, con efectos de retroalimentación más importantes en nosotros mismos, y especialmente en nuestros cerebros, son las funciones superiores del lenguaje humano, en especial, *la función descriptiva y la función argumentativa*.

Con la función descriptiva del lenguaje emerge la idea regulativa de verdad, es decir, de una descripción que se apeg a los hechos. Otras ideas regulativas o evaluativas son: el contenido, el contenido de verdad y la verosimilitud.

La función argumentativa del lenguaje presupone la función descriptiva, los argumentos, fundamentalmente, critican descripciones desde el punto de vista de las ideas regulativas de verdad, contenido y verosimilitud.

Sin el desarrollo de un lenguaje descriptivo exosomático -un lenguaje que, como una herramienta, se desarrolla fuera del cuerpo-, no puede haber objeto de nuestra discusión crítica. Pero del desarrollo de un lenguaje descriptivo propiamente dicho (y mas adelante de un lenguaje escrito), puede emerger un mundo de creaciones lingüísticas, y es sólo de esta manera, y sólo en el mundo de creaciones humanas, como los problemas y las normas del racionalismo critico pueden desarrollarse.

Es decir, los lenguajes humanos tienen en común con los lenguajes animales las dos funciones inferiores del lenguaje:

1. La autoexpresión y, 2. *La capacidad de enviar señales*. La función autoexpresiva, o función sintomática del lenguaje, es obvia, *todo lenguaje animal es sintomático del estado de algún organismo*. La función de señalización, de enviar o emitir señales, es también obvia: no llamamos lingüístico a ningún síntoma a menos que supongamos que puede suscitar una respuesta en otro organismo. Todos los llamados lenguajes animales y todos los síntomas lingüísticos comparten estas dos funciones inferiores.

¹⁰ Miller, David, *Popper, Escritos Selectos* Primera reimpresión, 1997, Ed. Fondo de Cultura Económica, México.

Pero el lenguaje *humano* posee muchas otras funciones:

1. Argumentativa, por que explica en detalle el objeto de estudio, creándole valor,
2. Descriptiva , porque describe el objeto de estudio dentro del escenario natural,
3. Expresiva, por que además de argumentar y de describir lo expresa mediante movimientos y gestos; y de
4. Señalización, porque nos muestra todo es escenario del objeto de estudio.

“Cuando se estudia el lenguaje como sistema de comunicación social –por ejemplo, durante la interacción del enfermo con el paciente– se enfoca el aspecto de la lengua que usa un pueblo o una región como un conjunto sistemático de señales lingüísticas que es inteligible sólo al interior de esa comunidad. El lenguaje se estudia en este caso como sistema de codificación de información social y de información psíquica consciente. Lo que interesa es tomar en cuenta la relación entre información y ruido, y a los medios en que aquélla se encodifica para ser comunicada del emisor al receptor.” (Ortiz 2004a).¹¹

Las señales lingüísticas sólo son inteligibles al interior de una comunidad. Pero con el sistema de codificación del potencial evocado y mediante el modelo de difusión entrelazada, se hace viable la comunicación en forma universal y entendible en cualquier comunidad.

Estas señales se comportan como redes simétricas interconectadas en tiempo real, es decir existen diferentes formas simétricas de señales en cualquier estructura de la ciencia. Éstas se utilizan como información neguentrópica y sirven para ordenar y organizar los sistemas de codificación.

Estas señales se pueden procesar desde sistemas biológicos a sistemas matemáticos, a sistemas computacionales y finalmente a sistemas sociales, de tal forman que se codifiquen en forma de barras.

¹¹ ibid

CAPÍTULO 1

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

Las señales eléctricas son resultado de los movimientos de los iones de sodio y potasio, cuyas concentraciones difieren dentro y fuera de la célula.

El vaivén de estos movimientos está regido por canales que se abren o se cierran, así como por una enzima que funciona como bomba y es capaz de expulsar los iones del interior de la célula.

La propagación del impulso nervioso eléctrico en las neuronas es un fenómeno electroquímico de membrana que está controlado por las enzimas.

La idea central de la tesis es la de codificar estos impulsos eléctricos y codificarlos para generar un sistema de codificación por barras, de tal forma que se establezca un modelo de identificación personal.

- **PROBLEMÁTICA GENERAL**

No está viabilizado el sistema de codificación como una estructura organizada inteligente debido a que no existe un modelo que determine la codificación de señales bioelectromagnéticas para la generación de registros individuales específicos.

- **PROBLEMAS SECUNDARIAS**

1. No existe un procedimiento algorítmico a partir de la emisión de señales bioelectromagnéticas del potencial evocado que permita su viabilización mediante sistemas de codificación inteligente.
2. No existe un procedimiento algorítmico a partir de la matematización de las señales neuronales que permita su viabilización dentro de los sistemas de codificación.
3. No existe un procedimiento algorítmico que detalle un código nervioso mediante series de Fourier que permita su viabilización dentro de los sistemas de codificación.
4. No existe un procedimiento algorítmico a partir de un modelo fractal que interconecte con códigos a las personas, de tal forma que permita su viabilización dentro de los sistemas de codificación.

1.1.2 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

La investigación con fines metodológicos, fue delimitada en los siguientes aspectos:

a. Delimitación espacial

La investigación se desarrolló en el Hospital Edgardo Rebagiati Martins y en el Hospital Nacional Guillermo Almenara, pertenecientes a Es Salud, lugares en donde se hicieron experimentos con potencial evocado, lográndose reproducir la señal electromagnética neuronal y las longitudes de onda de estas señales.

b. Delimitación temporal

El período en el cual se desarrolló la investigación, fue desde el año 2005 hasta el año 2007.

c. Delimitación social

Se desarrolló el presente trabajo contando con el apoyo de los Servicios de Potencial Evocado del Hospital Rebagiati Martins y el Hospital Nacional Guillermo Almenara, en cuyas instalaciones realizamos el estudio.

d. Delimitación conceptual

(1) POTENCIAL EVOCADO

El potencial evocado es el resultado de promediar la actividad fásica del electroencefalograma en respuesta a una estimulación repetida un determinado número de veces. Este puede ser de tres tipos auditivo, visual, y somatosensorial.

En principio, el encefalograma da un registro poco informativo, con lo que el potencial evocado permite hacer ese registro significativo.

Gracias a los potenciales evocados se pueden estudiar diversos constructos, por ejemplo, se ha correlacionado negativamente con el nivel de inteligencia (las personas con un cociente de inteligencia alto suelen presentar PE de latencia más corta).

(2) SISTEMAS DE CODIFICACIÓN

Es una estructura eiksmórfica que traduce y representa señales bioelectromagnéticas por potencial evocado de la red neuronal del cerebro a partir de series de Fourier y el uso de la dimensión fractal.

1.2 ANTECEDENTES

Los registros sobre los antecedentes de la presente tesis, se encuentran en diferentes autores y textos. Estos han sido utilizados con sus respectivas citas, ya sea en la referencia como en la referencial, para diferenciar el aporte propio y el de otros autores.

El trabajo se articula desde el registro de señales mediante el potencial evocado y va adecuándose armoniosamente mediante la matematización de la señal neuronal, y luego en fractales de esta señal dentro de las ciencias computacionales, para terminar aplicándose en los sistemas de codificación con el mismo código nervioso como registros bioelectromagnéticos individuales específicos.

Se aplica el modelo de difusiones entrelazadas ya sea para la codificación de las individuales como para la codificación de los sistemas integrados.

A continuación se detallan los autores de textos que están relacionados con los antecedentes:

1.2.1 STAFFORD BEER

El interés de Stafford Beer por la experimentación y la investigación sobre aspectos de la computación y el control, así como sobre las bases materiales del *hardware* de las computadoras, lo llevó a la realización de experimentos con Gordon Pask sobre la utilización de microorganismos sensibles a la luz, que eran “entrenados” para la resolución de ecuaciones. Hemos de tener presente que en aquellos años el desarrollo de las computadoras estaba en sus inicios y no era evidente la dirección que tomaría su desarrollo con relación a las computadoras digitales frente a las analógicas.

Durante este periodo, desarrolla su investigación personal sobre neurocibernética y modelos matemáticos del sistema nervioso, que condujeron a la primera formulación del *Viable System Model* hoy utilizado en todo el mundo. También corresponde a esta etapa la invención de diversas máquinas para el estudio de los procesos de adaptación, homeostasis y aprendizaje humano.

Stafford Beer, desarrolló el Modelo de Sistema Viable (MSV) durante un periodo aproximado de treinta años, como una ayuda al proceso práctico de diagnóstico de problemas en organizaciones humanas, y como ayuda para aprender su funcionamiento.

Stafford, cree que la organización efectiva debería maximizar la libertad de sus participantes, dentro un ideal de justicia y dentro de las restricciones prácticas, de los requerimientos para que éstas alcancen sus objetivos. Él cree que la ciencia de la cibernética puede ser usada para diseñar organizaciones que alcancen estos objetivos.

El Modelo de Sistema Viable, está pensado para actuar como una ayuda al proceso de diagnóstico de problemas organizativos, y los subsecuentes procesos de rediseño organizativo. El proceso de rediseño debería usar tecnología de la información, para asistir a las organizaciones, dotándolas de un sistema nervioso que soporte sus metas, sin el lastre de la burocracia.

El Modelo de Sistema Viable proporciona una notación que puede ser aplicada por no matemáticos para ayudarles a comprender y aplicar estas leyes generales.

Éste es el modelo que demuestra qué organizaciones son viables y capaces del desarrollo, y el ambiente físico, natural y social en el que interactúan, en la práctica.

Como el modelo de sistema viable, es de una naturaleza fractal, es utilizado para entender la conexión de las señales que se procesan en redes simétricas interconectadas en tiempo real, o sea existen diferentes formas simétricas de señales interrelacionada en cualquier estructura del cerebro.

1.3 JUSTIFICACIÓN

El desarrollo de este trabajo responde a una de las preocupaciones de tratar de conocer que factores y circunstancias viene afectando a las neurociencias y redes neuronales eiksmórficas, y como esto tiene incidencia o relación en la viabilización de la sociedad organizada inteligente, sobre todo si entendemos que el código nervioso aún no esta codificado.

En efecto, la revolución tecnológica en curso incide en las formas del conocimiento, la comunicación social, la morfología del trabajo, los procesos de producción y sobre la propia antropología de los individuos. Todo ello a su vez, afecta de manera profunda las estructuras y funciones de la sociedad, lo que permite cuestionar las nociones de interconexión.

En tal sentido, es necesario un tipo de codificación nerviosa que permita un ordenamiento y por ende, una organización que migre como código nervioso a las ciencias formales, computacionales y sociales.

1.4 FINALIDAD

El presente estudio tiene por finalidad ver el grado de relación directa que existe entre la aplicación de los resultados de los potenciales evocados y la generación de señales bioelectromagnéticas en relación a la codificación de registros individuales específicos mediante código de barras.

Se espera que este estudio una vez culminado se constituya, en lo académico, en una obra de consulta para los neurocientíficos, vinculados a la actividad tecnológica y social y por otra parte, la importancia también radicarán en que se dará a conocer dichos resultados sobre las neurociencias.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 OBJETIVO GENERAL

Viabilizar el sistema de codificación como una estructura organizada inteligente mediante un modelo que determine la codificación de señales bioelectromagnéticas para la generación de registros individuales específicos.

1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Implementar un procedimiento algorítmico a partir de la emisión de señales bioelectromagnéticas del potencial evocado que permita su viabilización mediante sistemas de codificación inteligente.
2. Implementar un procedimiento algorítmico a partir de la matematización de las señales neuronales que permita su viabilización dentro de los sistemas de codificación.
3. Implementar un procedimiento algorítmico que detalle un código nervioso mediante series de Fourier que permita su viabilización dentro de los sistemas de codificación.
4. Implementar un procedimiento algorítmico a partir de un modelo fractal que interconecte con códigos a las personas, de tal forma que permita su viabilización dentro de los sistemas de codificación.

1.6 FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS E IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES

1.6.2 HIPÓTESIS GENERAL

Mediante la implementación del potencial evocado se logrará que se viabilice un modelo que determine la codificación de señales bioelectromagnéticas para la generación de registros individuales específicos.

HIPÓTESIS SECUNDARIAS

1. Mediante la implementación de un procedimiento algorítmico a partir de la emisión de señales bioelectromagnéticas del potencial evocado se logrará la viabilización por sistemas de codificación inteligente.
2. Mediante la implementación un procedimiento algorítmico a partir de la matematización de las señales bioelectromagnéticas se logrará la viabilización dentro de los sistemas de codificación.
3. Mediante la implementación de un procedimiento algorítmico del código nervioso mediante series de Fourier se logrará la viabilización dentro de los sistemas de codificación.
4. Mediante la implementación de un procedimiento algorítmico a partir de un modelo fractal que interconecte con códigos a las personas, de tal forma que se logre la viabilización dentro de los sistemas de codificación.

1.6.3 IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES

PARA LA HIPÓTESIS GENERAL

- Variable independiente:
Sistema de potencial evocado.

- Variable interdependiente:
Diseño de un modelo de potencial evocado.
- Variable dependiente:
Codificación de señales bioelectromagnéticas para la generación de registros individuales específicos.

PARA LA HIPÓTESIS 1

- Variable independiente:
Emisión de señales bioelectromagnéticas del potencial evocado.
- Variable interdependiente:
Diseño de un algorítmico partir de la emisión de señales bioelectromagnéticas del potencial evocado.
- Variable dependiente:
Viabilización de un sistema de codificación.

PARA LA HIPÓTESIS 2

- Variable independiente:
Procedimiento algorítmico dentro de las ciencias formales.
- Variable interdependiente:
Diseño de un algorítmico a partir de la matematización de las señales bioelectromagnéticas
- Variable dependiente:
Viabilización de un sistema de codificación.

PARA LA HIPÓTESIS 3

- Variable independiente:
Procedimiento algorítmico del código nervioso.
- Variable interdependiente:
Diseño de un algorítmico del código nervioso mediante series de Fourier.
- Variable dependiente:
Viabilización de un sistema de codificación.

PARA LA HIPÓTESIS 4

- Variable independiente:
Procedimiento algorítmico a partir de la dimensión fractal.
- Variable interdependiente:
Diseño de un algorítmico a partir de un modelo fractal.
- Variable dependiente:
Viabilización de un sistema de codificación.

1.6.4 CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

Se contrastará el modelo propuesto con todos los actuales de potencial evocado y con los actuales sistemas de codificación.

TESIS O MODELO GENERAL:

Diseño de un modelo de potencial evocado para codificación de señales bioelectromagnéticas de registros individuales específicos.

MODELOS SECUNDARIOS:

- 1) Diseño de un algorítmico a partir de la emisión de señales bioelectromagnéticas del potencial evocado.
- 2) Diseño de un algorítmico a partir de la matematización de las señales bioelectromagnéticas.
- 3) Diseño de un algorítmico del código nervioso mediante series de Fourier.
- 4) Diseño de un algorítmico a partir de un modelo fractal.

CONTRASTACIÓN DIRECTA

La contrastación a de ser de tipo directo, estableciéndose la correspondencia entre la posición de las hipótesis específicas y los resultados reales.

Finalmente se dan los resultados y contrastaciones del modelo de código nervioso, estableciéndose por comparación las diferencias substanciales entre los diferentes modelos de códigos.

Las conclusiones y recomendaciones, están detallados de tal forma que se contrastan con la propuesta del modelo de investigación.

1.7 DESCRIPCIÓN DEL TIPO DE INVESTIGACIÓN A REALIZAR

La investigación es de tipo aplicada, en forma específica concierne a la codificación de señales bioelectromagnéticas, orientado hacia la codificación de registros individuales específicos.

VARIABLES E INDICADORES DE LA INVESTIGACIÓN

Variable Independiente

X. NEUROCIENCIA DE LAS REDES NEURONALES EIKOSMÓRFICAS

Indicadores:

- x_1 señales de potencial evocado.
- x_2 señales mediante series de Fourier.
- x_3 señales mediante códigos fractales.
- x_4 señales mediante modelos bioelectromagnéticos.

Variable Dependiente

Y. SOCIEDAD ORGANIZADA INTELIGENTE

Indicadores:

- y_1 . Código nervioso.
- y_2 . Señales codificadas.
- y_3 . Código de barras.
- y_4 . Códigos fractales.

1.8 TIPO Y NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN

- 1.8.1 Tipo de investigación
Por el tipo de investigación, el presente estudio ha reunido las condiciones necesarias para ser denominado como: "INVESTIGACIÓN APLICADA".
- 1.8.2 Nivel de investigación
Conforme a los propósitos del estudio la investigación se centra en el nivel descriptivo.

1.9 MÉTODO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

- 1.9.1 Método de investigación

En el presente trabajo de investigación se utilizó principalmente el método descriptivo y se complementó con experimentos en los hospitales.
- 1.9.2 Diseño
Se tomó una muestra en la cual:
$$M = O_x r O_y$$

Donde:
- | | | |
|---|---|---|
| M | = | Muestra de potenciales evocados |
| O | = | Observación |
| x | = | codificación de señales bioelectromagnéticas. |
| y | = | Viabilización |
| r | = | Relación entre variables. |

1.10 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

- 1.10.1 Técnicas
Las principales técnicas que se utilizaron en este estudio fueron la experimentación en potencial evocado y análisis documental.
- 1.10.2 Instrumentos
Guías de análisis documental y guía de observación.

1.11 ÁMBITO

El ámbito es la estructura de la emisión de señales a partir del potencial evocado con la codificación de señales bioelectromagnéticas de registros individuales específicos.

CAPÍTULO 2

ESTRUCTURA REFERENCIAL

2.1 MARCO TEÓRICO

2.1.1 EL POTENCIAL EVOCADO

Los potenciales evocados son señales bioeléctricas producto de la actividad que se presenta en las zonas neuronales, periférica y central del cerebro, como respuesta a estímulos extremos.

Desde otro punto de vista, los potenciales evocados son registros de la actividad eléctrica del cerebro, en respuesta a un estímulo específico que puede ser de índole auditiva, somato-sensorial o visual. Se presentan como oscilaciones enmascaradas por la señal de Electro-Encéfalo-Grafía (EEG) y se describen, por lo general, en términos de sus magnitudes máximas y mínimas (amplitudes pico) y de su duración relativa respecto al estímulo (latencia).

Los potenciales evocados (PE) también se conocen con el nombre de potenciales relacionados a eventos (PRE) o respuestas evocadas (RE).

La característica principal en el estudio de los PE es la aplicación de un estímulo externo, ya que de esta manera se tiene una referencia clara para estudiar los diferentes procesos del sistema nervioso.

Como consecuencia directa de lo anterior, el estudio de los PE permite la obtención de información funcional acerca de estructuras neurales específicas y constituye una medición objetiva de la actividad nerviosa.

La información obtenida a través de los PE se utiliza en la detección de actividad nerviosa normal/anormal, localización de problemas referidos a un segmento del canal nervioso, caracterización de la gravedad de un problema, etc.

Los PE son estudios que proporcionan información confiable, objetiva y reproducible de diferentes sistemas sensoriales, lo que aunado a que son un estudio no invasivo, inocuo, no doloroso y relativamente rápido, los hace una extensión precisa del examen clínico y cuando son adecuadamente indicados, realizados e interpretados, se convierten en una poderosa herramienta en la medicina neurológica.

Lo anterior es evidenciado por la gran valía que los PE han adquirido en los últimos 15 años. Por ejemplo, en la investigación, se han convertido en elementos muy útiles para conocer diferentes aspectos del funcionamiento cerebral, relacionados con procesos cognoscitivos, perceptuales, sensoriales y motores. En la clínica, son esenciales para el diagnóstico de lesiones del sistema nervioso central (SINIC), puesto que reflejan la integridad funcional de una trayectoria anatómica. Los PE hacen posible la medición objetiva de algunas funciones sensoriales como la audición, la vista y el tacto.

Características generales

Con el fin de diseñar un sistema capaz de registrar a los PE para su posterior procesamiento, se debe tomar en cuenta características tales como amplitud, contenido de frecuencias, tiempo de presentación de estímulos, ocurrencia simultánea de otras señales EEG, ruido de instrumentación y variaciones de la señal con respecto al tiempo.

Las amplitudes de los PE van de las décimas de microvoltios a decenas de microvoltios, (1-40) y, por convención, las amplitudes positivas se consideran negativas y viceversa. De acuerdo a esta convención y considerando la latencia, las amplitudes características se designan como N1 (N100), P1 (P100), P3 (P300), etc. Estas amplitudes cumplen un papel muy importante en el análisis de los PE. En la figura 1. 1. 1 se ilustra un PE visual típico.

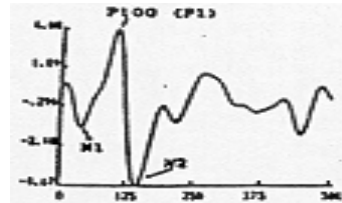


figura 1.1.1

El hecho de que el PE se encuentre sumergido en una infinidad de señales, las cuales se considerarán como ruido, conduce a situaciones en las que se tiene una relación del voltaje del PE con respecto al voltaje de EEG, por ejemplo, de 1:100, lo que corresponde a una relación de -40 dB. Esta relación es tan pequeña que hace que la detección y estimación del PE sea muy difícil.

El PE representa la respuesta del cerebro al estímulo en el orden de los milisegundos y para su estudio, se divide en tres intervalos de tiempo, los cuales indican diferentes tipos de información (Harmony, 1984).

En el primer intervalo se encuentran los eventos tempranos (1,5 --10 ms) los cuales reflejan la transmisión de información aferente a través de varios niveles en la trayectoria sensorial.

El segundo intervalo comprende los eventos medios (50 - 200 ms) los cuales reflejan la llegada de información aferente a la corteza específica ya sea sensorial o no sensorial y permiten observar aspectos funcionales del cerebro como la agudeza sensorial, atención, etc.

Por último, se tiene los eventos tardíos (200 - 500 ms), entre los cuales se encuentra el P300, al cual se le ha asociado una gran variedad de procesos cognoscitivos complejos. Johnson (1986) los engloba en tres dimensiones que son las siguientes: probabilidad subjetiva, significado del estímulo y transmisión de información.

Se puede hacer una clasificación de los potenciales en dos clases. Aquellos que son debidos a un estímulo físico externo llamados exógenos y aquellos que se relacionan con procesos psicológicos y que reciben el nombre de endógenos o emitidos. Los potenciales exógenos son los PE visuales, auditivos y somatosensoriales que se producen directamente por la aplicación del estímulo, mientras que los potenciales endógenos se identifican como procesos internos entre los cuales se encuentran los potenciales de intención o preparación que proceden a un movimiento voluntario.

También está el CNV (*Contingent Negative Variation*) u onda de expectancia que es aquella que se presenta entre un estímulo condicional y uno imperativo o incondicional, con el cual el sujeto está de alguna manera ligado.

Potenciales Evocados Auditivos (PEA)

Se entiende por **potencial evocado auditivo** a la respuesta neuroeléctrica del sistema auditivo ante un estímulo sonoro. La determinación de estos potenciales evocados es de gran interés clínico y diagnóstico ya que permite establecer, por comparación con las respuestas consideradas normales, diversas patologías o disfunciones del aparato auditivo y las vías nerviosas. Para su obtención se miden las tensiones eléctricas entre electrodos ubicados en posiciones de la cabeza seleccionadas especialmente para cada tipo de estudio.

Estas tensiones, que son el resultado de la actividad neurológica, son enormemente atenuadas por los diversos tejidos (óseo, muscular, epitelial, etc.) que separan el punto donde se originan los potenciales de aquel donde se miden, reduciéndose así a unos pocos microvoltios (*mv*, millonésimas de voltio). El problema clásico de las señales de tan bajo nivel es que están muy expuestas a la interferencia de **ruido eléctrico** de diversos orígenes, que dificultan su identificación. En el caso que nos ocupa, a la respuesta neuroeléctrica del oído que se desea medir se superponen los potenciales electroencefalográficos y electrocardiográficos (**EEG** y **EEC**), los potenciales generados por la actividad muscular (miopotenciales), y otros potenciales generados por campos externos (efecto "antena" o acoplamiento capacitivo, por ejemplo la captación del campo eléctrico de los tubos fluorescentes o de las líneas de alimentación) o por pequeñas o grandes descargas de electricidad estática. Estos ruidos suelen ser no sólo comparables sino frecuentemente **mayores** que la propia señal a medir.

Se plantea así el problema de rescatar una señal (la respuesta del sistema auditivo) contaminada por ruido (Figura 1). El problema es esencialmente similar a la determinación de los mm de precipitación en cierta región en cada mes del año. Si se toma determinado año, por ejemplo 1995, y se anotan los mm caídos durante cada mes, lo más probable es que el resultado sea completamente diferente del de cualquier otro año. Se trata de un sistema contaminado por ruido. En este caso el "ruido" es consecuencia de diversos factores fortuitos como ser crecidas de ríos, cambios de temperatura, vientos, etc.

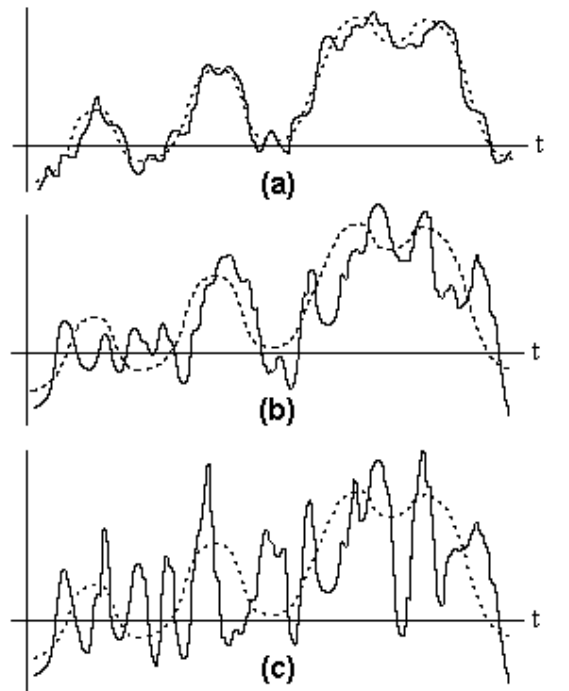


Figura 1. Señal contaminada por ruido. En línea de trazos, la señal por recuperar. En línea llena, el resultado de superponerle un ruido aleatorio. **(a)**, **(b)** y **(c)**, ruidos de pequeña, mediana y gran intensidad respectivamente. Obsérvese que cuanto más elevado es el nivel de ruido más distorsionada se encuentra la señal total.

Promediación

Para comprender mejor la forma en que se realiza la promediación, veamos un ejemplo: supongamos que nos interesa obtener la respuesta durante los 10 ms siguientes al comienzo del estímulo, y que nos interesa una precisión en el tiempo de 0,1 ms. Entonces, para cada repetición del estímulo medimos y anotamos el valor del potencial evocado cada 0,1 ms, vale decir, en los instantes 0 ms, 0,1 ms, 0,2 ms, ..., 9,9 ms y 10 ms desde el comienzo del respectivo estímulo. Esto significa que para cada repetición del estímulo tomamos 101 muestras de dicho potencial.

Así, si decidimos efectuar 100 repeticiones (más adelante se indica cómo se selecciona la cantidad apropiada de repeticiones), tendremos un total de 10,100 muestras. Entonces se calcula el promedio de los 100 valores correspondientes al instante 0, luego se calcula el promedio de los 100 valores correspondientes al instante 0,1 ms, luego el promedio de los 100 que corresponden a 0,2 ms, etc. El resultado de esos promedios es una buena estimación del verdadero potencial evocado en los respectivos instantes de tiempo. En la Figura 3. Se muestra un ejemplo simplificado de este proceso, en el cual la respuesta pura es un pulso de forma rectangular.

Potencial Evocado Visual (PEV)

El PEV se produce mediante la aplicación de estímulos visuales como pueden ser un destello luminoso, o bien, un tablero de ajedrez, una palabra o una figura geométrica situados en alguna parte del campo visual. Es importante mencionar que las características del potencial son diferentes dependiendo de factores externos e internos.

Se identifican como factores externos a la intensidad, tamaño del campo, frecuencia de estimulación, regularidad del patrón, color, etc. Los factores externos producen efectos diferentes sobre la forma que se obtiene en potencial. Así mismo, los factores internos como el estado psicológico del paciente, la atención que presta, su edad, etc. También contribuyen a la forma final del potencial. Dado lo anterior, es evidente que un apropiado registro de los potenciales depende, en gran medida, del control que se logre establecer de los factores antes mencionados.

Aspectos Fisiológicos y Anatómicos

El cerebro procesa información en paralelo, por lo que el procesamiento de los estímulos visuales se da de esta manera. Las señales visuales son procesadas al menos por tres sistemas independientes en el cerebro. En el primero de ellos se procesa información acerca de la forma, el segundo procesa información de color, y el tercero procesa movimiento, localización y organización espacial (Livingstone, 1988).

El procesamiento de la información visual comienza cuando la luz pasa de los lentes del ojo a la retina y afecta a los fotorreceptores que ahí se encuentran. En los fotorreceptores, conos y bastones, se lleva a cabo una reacción fotoquímica que alimenta un proceso de transducción. La transducción tiene como resultado la aparición de señales eléctricas conocidas como potenciales de receptor (Schmidt, 1978).

Aspectos Prácticos

La retina y la córnea forman una fuente de captación variable el cual hace posible detectar el electrooculograma pero también produce artefactos (comportamiento anormal de la señal) en el EEG y el PEV. Con estímulos de corta duración, las células ganglionares y de la retina generan potenciales tempranos llamados ondas "a" y "b" del electroretinograma.

En la retina, la parte que tiene mayor agudeza visual recibe el nombre de fovea. En ella se encuentra la mayor concentración de conos. También se encuentra la mayor resolución, habilidad de reconocimiento y sensibilidad al contraste, pero poca sensibilidad al movimiento. El número de células ganglionares disminuye hacia la periferia. La visión en la fovea es de 100%; pero es de 50% a 2,5 grados, 33% a 5 grados y 20% a 10 grados del centro (Maurer 1989). De acuerdo con éstas características el PEV se dispara centralmente por un cambio de patrón, y periféricamente por luminiscencia. Los axones de las fibras de la fovea son más pequeños por lo que tienen una velocidad de conducción lenta comparada con la de las otras fibras ópticas, esto causa un aumento en el tiempo de latencia del PEV cuando el estímulo se dirige únicamente a la fovea.

Los componentes tempranos o primarios del PEV con latencia de 90 ms o menos, se originan en el área estriada (área 17); los componentes de alrededor de los 100 ms se originan en las áreas 17, 18, 19 y los componentes tardíos mayores a los 130 ms, se originan probablemente en las áreas 18 y 19. Estas áreas se ilustran en la figura 1. 1. 2.

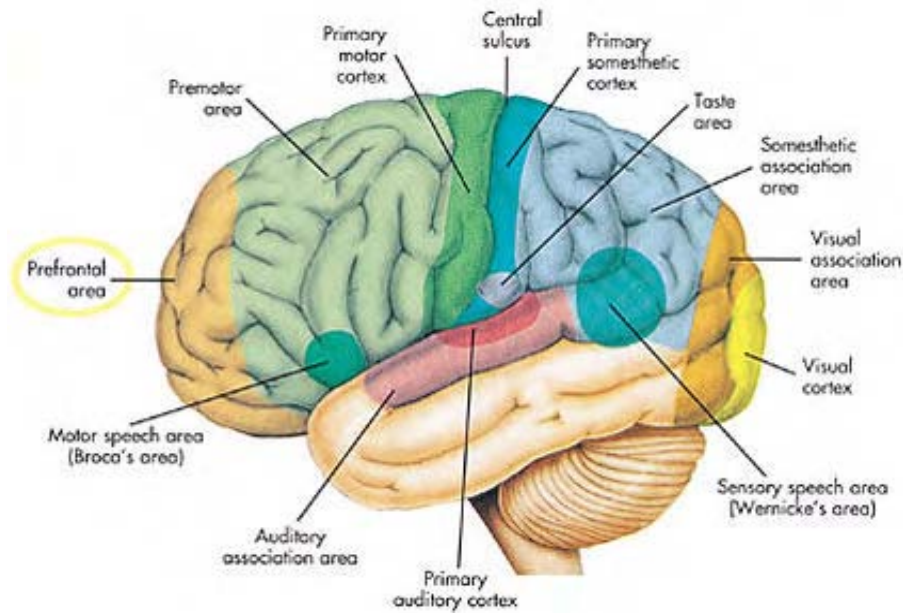


Figura 1.1.2. Procesamiento visual

Promediación

La promediación es una técnica comúnmente usada para la obtención de PE. Consiste en promediar segmentos de la señal de PE-EEG que se obtienen mediante la repetición de un experimento de adquisición. De esta manera, la señal de EEG (ruido) se reduce y la de PE se manifiesta de forma más clara. En esta técnica se considera que el PE es invariante ya que EEG tiene, al menos, una distribución estadística simétrica.

En forma matemática la técnica de promediación puede expresarse de la siguiente manera (McGuillen y Auñón 1981):

La forma de onda continua sería:

$$r(t)=s(t)+n(t)$$

Donde $r(t)$ es el segmento adquirido, $s(t)$ representa al PE y $n(t)$ representa a la señal de EEG (ruido).

En forma discreta:

$$r_n(mT) = S_n(mT) + n_n(mT)$$

Donde n es la n -ésima onda, T el periodo de muestreo y m el orden de los puntos muestreados.

El valor promedio de la forma de onda se obtiene promediando un gran número N de segmentos (de 15 a 2500), de tal manera que la ecuación anterior toma la siguiente forma:

$$\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N r_n(mT) = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N s_n(mT) + \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N n_n(mT)$$

Que también puede ser expresada:

$$r_m = S_m + n_m$$

Ahora, suponiendo al PE como una señal invariante con respecto al tiempo, entonces se puede establecer $s_m = s(mT)$ y por lo tanto el promedio de la señal es el PE más el promedio del ruido que, al tener una distribución simétrica, se considera que es cero y con una varianza igual a v^2/N .

Una manera de validar este procedimiento es el considerar la relación señal a ruido (RSR) como un parámetro de efectividad. Esta se define como la relación de potencia de la señal con respecto a la potencia del ruido. La potencia de la señal es igual al cuadrado de la amplitud de la señal y la potencia del ruido es la varianza del ruido. Por lo tanto, antes de la promediación, la RSR es:

$$RSR_d = \frac{s^2}{\frac{v^2}{N}}$$

y después de la promediación es:

$$RSR_a = \frac{s^2}{v^2}$$

De donde se observa claramente que la RSR es directamente proporcional al número de muestras promediadas N . Debido a que la señal del PE es variante en el tiempo se producen distorsiones en la forma de onda que se reflejan como corrimientos en las latencias o cambios en la amplitud de los picos.

De lo anterior se desprende que la promediación es una técnica apropiada para los PE de latencia corta que reflejan procesos sensoriales y por lo tanto son más constantes. Obviamente esta técnica es menos válida para componentes de latencia más largos, relacionados con la actividad cognoscitiva.

Por otro lado, se explica como confluyen la teoría del potencial evocado con las señales bioelectromagnéticas. Primero, las neurociencias buscan entender los procesos a nivel celular y molecular por los cuales el cerebro produce actos de comportamiento y cognitivos específicos, y es precisamente la investigación y comprensión de todo lo que acontece en el cerebro humano y determina el comportamiento de las personas lo que hará más exitosa la organización de la sociedad.¹²

Por ello, muchos equipos multidisciplinarios de neurocientíficos de varias partes del mundo están enfocados en la implementación de investigaciones que permitan comprender *cómo los sistemas sensoriales del cerebro codifican la información procedente del mundo exterior*, es decir, cómo hace el sistema nervioso para traducir la enorme cantidad de estímulos a los que está expuesto un individuo al lenguaje del cerebro: activación y desactivación de neuronas, comunicación entre neuronas, transmisión de información y fenómenos de plasticidad neuronal.¹³

Se sabe que un estímulo sensorial (que se puede pensar como un bit de información), por ejemplo, un sonido, provoca en el cerebro una reacción por la cual una neurona sensorial

¹² Bullock, T. H., R. Orkand, and A. Grinnell (1977): Introduction to Nervous Systems. San Francisco: Freeman.

¹³ Nicholls, John G., A. Robert Martin and Bruce G. Wallace (1992): From Neuron to Brain. 3rd eds Sinauer Associates, Inc..

se activa eléctricamente. Esta información, de manera química, pasa a una neurona vecina, que a su vez se activa eléctricamente y propaga el mensaje.¹⁴

Entonces podemos pensar que el modo en que almacenamos un determinado estímulo en nuestro cerebro puede explicarse a través de un modelo de redes neuronales. En esta compleja red de neuronas que se interconectan entre distintas zonas del cerebro,¹⁵ las conexiones pueden reforzarse con la experiencia cuando el estímulo es repetido. Ésta es una de las razones por las cuales los avances de la neurobiología son tan importantes para la sociedad, sobre todo en el estudio de la generación de señales eléctricas, como una posibilidad de descifrar el código nervioso.

La estructura de este proceso determinado por las neuronas y sus circuitos neurales es la misma en todos los miembros de la especie.¹⁶ Lo que tenemos que desarrollar es la estrategia adecuada para aprovechar mejor estos recursos que todos tenemos para ser más inteligentes y crear organizaciones inteligentes.

Las neuronas se comunican entre sí formando redes que procesan información de distintas formas y la transmiten a través de la sinapsis.

Las sinapsis entre neuronas son muchas y lo que fortalece el vínculo entre una neurona y otras es el impulso eléctrico llamado potencial de acción.

Entender que las neuronas forman redes es fundamental para comprender la complejidad de fenómenos cerebrales y mentales como el aprendizaje, la memoria, la percepción, la cognición y el procesamiento de información.

Las conexiones neurales que pueden realizarse en el lapso de una vida humana son prácticamente infinitas.¹⁷ En consecuencia, el número total de interconexiones del cerebro se mide en trillones. Ninguno de los instrumentos que poseemos, ni siquiera las computadoras más potentes, se aproximan a la complejidad del cerebro.

Las células cerebrales generan una actividad eléctrica y el potencial evocado es la representación gráfica de las diferencias de potencial entre dos puntos separados en el cuero cabelludo. Los potenciales eléctricos se denominan ondas cerebrales. El registro de un potencial evocado es relativamente simple. El método habitualmente es no invasivo y no doloroso. Innumerables individuos han dormido durante noches enteras con la comodidad de los laboratorios de investigación del sueño mientras llevaban electrodos de potencial evocado.

Los electrodos metálicos se distribuyen por el cuero cabelludo con la ayuda de una pasta conductora para garantizar una conexión de baja resistencia, se distribuyen pares de electrodos en las posiciones estándar del cráneo y se conectan a bancos de amplificadores y dispositivos de registro.¹⁸ Se miden las pequeñas fluctuaciones del voltaje, habitualmente de una amplitud de varias docenas de microvoltios (u.V) entre pares determinados de electrodos. Seleccionando el par adecuado, pueden examinarse

¹⁴ Fatt P, Katz B (1951): An analysis of the end-plate potential recorded with an intracellular electrode. J. Physiol. (Lond.) 115: 320-70.

¹⁵ Kandel, Eric R., James H. Schwartz, and Thomas M. Jessell (2000): Principles of Neural Science, 4th ed. McGraw-Hill.

¹⁶ Kandel, Eric R. (2001): The Molecular Biology of Memory Storage: A Dialogue Between Genes and Synapses. Science Vol. 294, 1030-1038

¹⁷ Takeuchi A, Takeuchi N (1960): On the permeability of end-plate membrane during the action of transmitter. J. Physiol. (Lond.) 154: 52-67.

¹⁸ Nicholls, John G., A. Robert Martin and Bruce G. Wallace (1992): From Neuron to Brain. 3rd eds Sinauer Associates, Inc.

las diferentes regiones del cerebro (anterior y posterior, izquierda y derecha). El registro potencial evocado típico es una serie de muchos gráficos simultáneos, es decir, la representación gráfica de los cambios de voltaje entre pares de electrodos.¹⁹

En su mayor parte, un potencial evocado mide las corrientes que fluyen durante la excitación sináptica de las dendritas de muchas neuronas piramidales en la corteza cerebral que se extiende debajo del cráneo y que constituye el 80 % de la masa cerebral, pero la contribución eléctrica de cualquier neurona cortical individual es extremadamente pequeña y la señal debe penetrar diversas capas del tejido no neural, incluyendo las meninges, líquido cefalorraquídeo, huesos del cráneo y la piel, para alcanzar los electrodos.

Por consiguiente, requiere que muchos miles de neuronas subyacentes activadas juntas generen una señal del potencial evocado lo suficientemente grande como para visualizarla.

Tiene una consecuencia interesante: la amplitud de la señal del potencial evocado depende en gran medida de hasta qué punto la actividad de las neuronas subyacentes es sincrónica. Cuando un grupo de células es excitado simultáneamente, las pequeñas señales se suman para generar una gran señal superficial. Sin embargo, cuando cada célula recibe la misma cantidad de excitación, pero diseminada en el tiempo, las señales sumadas son escasas e irregulares. Es por esta razón que las series de Fourier expresan este comportamiento y el estudio de las pequeñas señales que forma la señal resultante es expresada por la dimensión fractal.

El número de células activadas y la cantidad total de excitación no han cambiado, solamente se ha modificado el ritmo de la actividad. Si la excitación sincrónica de este grupo de células se repite una y otra vez, el potencial evocado resultante constará de grandes ondas rítmicas.

Con frecuencia describimos las señales rítmicas del potencial evocado desde un punto de vista de su amplitud relativa, lo que sugiere hasta qué punto la actividad subyacente es sincrónica (a pesar de que otros factores también pueden contribuir a la amplitud).²⁰

La generación de amplias señales de potencial evocado es mediante una actividad sincrónica, a) En una población de células piramidales localizadas bajo un electrodo del potencial evocado, cada neurona recibe muchas aferencias sinápticas. b) Si las aferencias descargan a intervalos irregulares, la actividad sumada detectada por el electrodo será de pequeña amplitud, c) Si el mismo número de aferencias descargan dentro de una ventana estrecha de tiempo, el potencial evocado resultante será mucho más ancho.

El potencial evocado es el resultado de promediar la actividad física de las señales eléctricas en respuesta a una estimulación repetida un determinado número de veces. Este puede ser de tres tipos auditivo, visual, y somatosensorial

¹⁹ Aleksander I (ed.) (1989): *Neural Computing Architectures, The Design of Brain-Like Machines*, 401 pp. The MIT Press, Cambridge, Mass.

²⁰ Andersson JA, Rosenfeld E (eds.) (1988): *Neurocomputing: Foundations of Research*, 729 pp. MIT Press, Cambridge, Mass.

En principio, el encefalograma da un registro poco informativo, con lo que el potencial evocado permite hacer ese registro significativo.

Gracias a los potenciales evocados se pueden estudiar diversos constructos. Por ejemplo, se ha correlacionado negativamente con el nivel de inteligencia (las personas con un cociente de inteligencia alto suelen presentar PE de latencia²¹ más corta).

Por lo que existe la posibilidad que mediante potencial evocado, se puede detectar inteligencias, o diferentes tipos de inteligencias; y si las inteligencias son múltiples y están ubicadas en diferentes partes del cerebro, por potencial evocado codificado, se puede detectar y determinar inteligencias y desaparecer lo inefable de los constructos. Por lo tanto la creatividad, personalidad e inteligencia,²² considerados por la psicología como inefables, se pueden matematizar por potencial evocado codificado y solucionar el problema de constructos inefables.

Por otro lado, con relación a señales eléctricas, es necesario explicar brevemente como se generan el sistema eléctrico en el cerebro, para esto es necesario entrar en explicaciones de niveles cuánticos, y para esto hay que empezar explicando la naturaleza del electrón.

El electrón (Del griego *ελεκτρον*, ámbar), comúnmente representado como e^- es una partícula subatómica de tipo fermiónico. En un átomo los electrones rodean el núcleo, compuesto fundamentalmente de protones y neutrones.

Los electrones tienen una masa pequeña respecto al protón, y su movimiento genera corriente eléctrica en la mayoría de los metales. Estas partículas desempeñan un papel primordial en la química ya que definen las atracciones con otros átomos.

Lorentz, afirmó que las descargas eléctricas estaban formadas por corpúsculos de electricidad: los electrones; éstos poseen la dualidad onda corpúsculo, también llamada onda partícula. Lorentz resolvió una aparente paradoja, demostrando que la luz y la materia pueden, a la vez, poseer propiedades de partícula y propiedades ondulatorias.

De acuerdo con la física clásica existe diferencias entre onda y partícula. Una partícula ocupa un lugar en el espacio y tiene masa mientras que una onda se extiende en el espacio caracterizándose por tener una velocidad definida y masa nula.

La luz visible es una onda electromagnética, que interactúa con sustancias químicas de la retina dando lugar a la sensación de ver. Estas ondas nunca se detienen. Nunca reducen su velocidad (velocidad de la luz).

Cuando un fotón de luz toca nuestra retina, se trata también de un sistema de transmisión de información.

²¹ En redes informáticas de datos se denomina **latencia** a la suma de retardos temporales dentro de una red. Un retardo es producido por la demora en la propagación y transmisión de paquetes dentro de la red.

²² La **creatividad** es la capacidad de producir respuestas originales a cualquier problema. **Inteligencia**, se la entiende comúnmente como la capacidad de un sistema (ya sea humano o no) de entender y comprender su entorno, y de resolver problemas. La **personalidad** es un constructo psicológico, con el que nos referimos a un conjunto dinámico de características de las personas.

En el caso específico, de codificación bioeléctricamente personal, si la longitud de onda cambia, el mensaje también cambia, pero su código es idéntico y su fundamento queda igual.

La longitud de onda difiere entre seres vivos, uno es más complicado o simple que el otro, pero ambos están escritos en una misma lengua y sobre un mismo papel, lo cual revela su parentesco original. El origen de los seres vivos, o del hombre específicamente, es el mismo.

Este descubrimiento dejó asentado de manera irrefutable el origen único de los seres vivos, por ende, las bases mismas de la teoría de la evolución de las especies."²³

Sin embargo, falta comprender todavía el mensaje preciso que lleva el código, cual es su lenguaje y cómo se traduce ese código para producir los complejos mecanismos que son los seres vivos.

Al observar los mecanismos de reproducción en la especie humana a nivel molecular, resulta comprensible que no existan dos individuos con el mismo ADN (excepto en los gemelos homocigóticos), y longitud de onda²⁴. El individuo se construye con un mismo modelo, su código genético tiene el mismo número de instrucciones, pero estas varían de uno a otro. Todos somos diferentes.

En el análisis de la óptica cuántica, empezaremos con el examen de la óptica cuántica y la extraordinaria claridad que proyectará sobre las relaciones entre luz y materia. Niels Bohr abrió una brecha con su modelo del átomo; vinculó la emisión (o la absorción) de luz con ciertos movimientos de electrones dentro de los átomos; una vez desbrozado el camino, estableció un vínculo entre luz y materia, vínculo que será explorado y explotado por la óptica cuántica.

La base de todos los razonamientos es siempre la misma. Los electrones de los átomos son objetos cuánticos, por lo cual ocupan sólo niveles de energía bien definidos, muy diferenciados, separados por zonas prohibidas de energía. La imagen de la escalera, con sus peldaños separados por vacíos, traduce bien esta situación. Pero, además, los movimientos verticales de un "peldaño" a otro sólo pueden darse con la cantidad exacta de energía que separa dos "peldaños". La cantidad de energía requerida para saltar de un peldaño a otro puede proporcionarla la luz. Se trata, entonces, de una longitud de onda (de un color) que corresponde de manera exacta con la diferencia de energía que separa los dos niveles.²⁵ De igual modo, cuando un electrón salta de manera espontánea de un nivel de energía superior para caer en uno inferior va a "compensar" la diferencia de energía en forma de luz, de longitud de onda muy precisa.

De manera que, en el juego entre luz y materia, los electrones absorben energía luminosa para saltar a niveles superiores de energía, o emiten luz cuando saltan a niveles inferiores de energía.

²³ Watson, James, La doble hélice, Paris, Laffont, 1984

²⁴ Nota: el ADN, es un sistema duro, en cambio la longitud de onda es un sistema blando. El mensaje del código nervioso se escribe como longitud de onda formado por frecuencia y senos.

²⁵ La relación que propone Einstein para explicar el efecto fotoeléctrico y generalizado por Louis de Broglie para fundar la mecánica cuántica se expresa energía= constante dividida entre la longitud de onda. En resumen: $W = hc/\lambda$. De este modo, a cada longitud de onda le corresponde una energía bien definida.

Sin embargo, para entender el juego del "salto de nivel" en el que participan los electrones, nos hace falta una clave: conocer la tendencia natural de los electrones. ¿Saltan por aquí y por allá, de un nivel de energía a otro, siguiendo quién sabe qué azar? Para nada. Los electrones, como cualquiera, procuran estar en un nivel de energía mínimo, y tienden a ubicarse en el nivel de energía más bajo posible. Sin embargo, no todos los niveles de energía hay suficiente espacio para todo el mundo. Cada nivel puede recibir cierto número de electrones, pero ninguno más. Es una de las consecuencias del principio de Pauli.²⁶

Una vez lleno, el nivel de energía no acepta electrones adicionales. El último en llegar tendrá que encontrar refugio en un nivel superior -si acaso éste no se encuentra completo- y así sucesivamente.

Se comprende mejor el comportamiento del electrón: aprovecha la energía que absorbe de la luz para saltar a un nivel de energía, superior al que posee normalmente. Se dice entonces que se encuentra en un "estado de excitación", fuera de su "estado fundamental". Este estado no es estable, de modo que el electrón caerá de nuevo en su nivel normal. Esta pérdida de energía se traducirá en la emisión luminosa de un color bien definido.

Los saltos de energía del electrón y la emisión de luz están, en consecuencia, íntimamente ligados. Cada uno de los diferentes elementos químicos posee una escala particular de niveles de energía. Cada elemento posee, por lo tanto, una serie de colores específicos cuyas emisiones luminosas resultan de los saltos entre los diferentes niveles de energía. Los espectros luminosos son la traducción concreta de los niveles de energía, y cada uno constituye la huella de un elemento químico, con un espectro óptico característico que permite identificarlo.

Como es de imaginarse, no se dejó escapar esta oportunidad y se estudió y documentó cada uno de los espectros ópticos de los elementos químicos, con lo cual se dispuso al fin del catálogo de "huellas digitales" de cada elemento químico.

Por otro lado, las moléculas, compuestas de varios átomos, son en sí mismas, objetos cuánticos. Al igual que los átomos, poseen niveles de energía en los cuales se colocan los electrones y, como en los átomos, los electrones pueden saltar de un nivel a otro mediante la absorción o la emisión de luz.

En cuanto a las bandas de energía, el gran resultado clásico de la mecánica cuántica aplicada a los sólidos se debe al físico suizo Félix Bloch: en un sólido ya no se habla de niveles de energía de los electrones, sino de bandas de energía. Antes se hablaba de bandas para las moléculas. En el caso de los sólidos, tales bandas son mucho más extensas. En la escalera de energía, los "peldaños" tienen un gran espesor. Se encuentran siempre separados por intervalos prohibidos, pero como su campo es más amplio, resulta a priori menos restringido.

Mientras que el electrón de un átomo sólo puede recibir energía luminosa cuando ésta corresponde exactamente al intervalo que separa dos niveles de energía, los electrones

²⁶ El principio de exclusión propuesto por el físico alemán Pauli dice que dos electrones no pueden encontrarse en el mismo estado cuántico (cf. capítulo II).

de los sólidos pueden recibir energía luminosa en una banda más amplia de longitudes de onda.

Por otro lado, la superconductividad es explicada mediante los pares de Cooper, es decir, en casos específicos, dos electrones que portan cargas negativas pueden formar una pareja cuyas velocidades son opuestas, de manera que la suma de sus velocidades es cero. Con ello se demuestra que una infinidad de estos ensambles pueden conducir corriente sin resistencia gracias a la suma de los pequeños desplazamientos coordinados de estos electrones. De esta manera, el ruido descubierto por Shannon, dentro de los sistemas de información haría que la transmisión sea pura y completa sin entropías.

Los electrones, como cualquiera, procuran estar en un nivel de energía mínimo, y tienden a ubicarse en el nivel de energía más bajo posible. Sin embargo, no todos los niveles de energía hay suficiente espacio para todos. Cada nivel puede recibir cierto número de electrones, pero ninguno más. Es una de las consecuencias del principio de Pauli que es el principio de exclusión, en el que Pauli dice que dos electrones no pueden encontrarse en el mismo estado cuántico.

El ojo humano, en consecuencia, absorberá todas las longitudes de onda de la luz, y utilizará esta energía para hacer pasar sus electrones a la banda excitada.

En conclusión, gracias a los pares de Cooper y al principio de Pauli, y los mecanismo de absorción de luz, mediante los tres colores básicos del espectro que se encuentran en la fovea, los conos de color rojo, azul y verde, descomponen la luz blanca y la codifican, determinando así que las señales bioelectromagnéticas son únicas y difieren entre seres humanos. Esto permite utilizar las señales fisiológicas para ser convertidas en gráficos de identificación personal. Es decir, el código nervioso es transformado en código de barras.

El color es la sensación producida por los rayos luminosos al impresionar los órganos visuales en función de la longitud de onda. Las diferentes longitudes de onda las percibimos como "colores" que componen una pequeña parte del espectro electromagnético de la luz solar, estando dispuestos o distribuidos en lo que, en el mundo del arte, se conoce como el círculo cromático.

En un nivel fisiológico percibimos los distintos colores gracias a la expresión de tres genes distintos en las células de la retina conocidas como conos. Cada uno de estos genes codifica una proteína receptiva a una frecuencia distinta. Cada tipo de cono expresa solamente uno de los tres genes.

Muchos mamíferos de origen africano, como el ser humano, comparten estas características genéticas descritas, por eso se dice que tenemos percepción tricromática. Sin embargo, los mamíferos de origen sudamericano únicamente tienen dos genes para la percepción del color. Existen pruebas que confirman que la aparición de este tercer gen fue debida a una mutación que duplicó uno de los dos originales, mutando posteriormente la copia.

Los conos de la retina reaccionan de diferente forma según la longitud de onda de la radiación que les llegue. Esto se debe a que estos conos poseen distintas sustancias sensibles a una longitud de onda determinada, aunque, en menor medida, también reaccionan ante longitudes de onda próximas por encima y por debajo.

La percepción del color implica que nos lleguen ondas luminosas a los ojos, donde se convierten en impulsos nerviosos que se envían al cerebro para que sean interpretados y nos produzcan la sensación del color.

En términos físicos llamamos "luz" (y, por lo tanto, color) sólo a una pequeña parte de la gran cantidad de radiaciones electromagnéticas existentes.

Ya sabemos que la luz visible está formada por vibraciones electromagnéticas con longitudes de onda que van aproximadamente de 350 a 750 nanómetros (milmillonésimas de metro). Lo que conocemos como luz blanca es la suma de todas estas ondas cuando sus intensidades son semejantes.

Los seres humanos apreciamos una amplia gama de colores que, por lo general, se debe a la mezcla de luces de diferentes longitudes de onda. Se conoce como color puro, al color de la luz con una única longitud de onda o una banda estrecha de ellas.

La retina tiene básicamente dos tipos de células sensitivas a la luz, los conos y los bastones. Los conos son las células fotosensoras responsables de la visión en condiciones de alta luminosidad, la llamada visión fotópica, y los bastones son células fotosensoras responsables de la visión en condiciones de baja luminosidad, la llamada visión escotópica.

Los conos y bastones son fotorreceptores sensibles a los diferentes tipos de luz. Los bastones se ubican en casi toda la retina exceptuando la fovea, una depresión formada en la retina en la zona de la mácula densa. Los conos en cambio, están en casi toda la superficie que abarca la retina. Existen aproximadamente unos cien millones de bastones y tres millones de conos en cada ojo. La capa sensorial de la fovea se compone sólo de células con forma de conos, mientras que en torno a ella también se encuentran células con forma de bastones. Según nos alejamos del área sensible, las células con forma de cono se vuelven más escasas y en los bordes exteriores de la retina sólo existen las células con forma de bastones.

Los conos son los responsables de la visión en colores. Se requiere de mucha luz para que funcionen. **Existen tres diferentes tipos de conos (rojo, verde y azul) que codifican para el color.** Cada cono contiene opcinas sintonizadas para absorber luz en una banda espectral angosta. El cerebro interpreta colores a partir de la razón de estimulación de los tres tipos de conos. En la retina del ojo humano normal existen tres conos sensibles a tres longitudes de onda diferentes, que captan las radiaciones electromagnéticas, rayos de luz, que más tarde darán lugar a impresiones ópticas. Los conos son acumuladores de cuantos de luz, que transforman esta información en impulsos eléctricos del órgano de la vista.

El área, denominada también fovea centralis, no posee bastones sino sólo conos, responsables de la percepción de colores. Los conos-M, para el área verde y los conos-L, para el área roja de la luz visible se ordenan en la fovea centralis en un mosaico regular. Según la especie, se encuentran o no allí presentes unos pocos conos-K, responsables de la percepción del área azul de la luz visible. En la región más interna, la foveola (que mide en los seres humanos de aprox. 0,33 mm de diámetro) es posible encontrar solamente conos particularmente delgados del tipo M y L.

En realidad, hay tres tipos de conos adaptados a cada uno de los tres colores primarios. El pigmento de los conos es una sustancia coloreada del retinol. Los conos están

concentrados en el centro de la retina mientras que la frecuencia de los bastones aumentan a medida que nos alejamos de la mácula lutea hacia la periferia. Cada cono (célula) está conectado individualmente con el centro visual del cerebro, lo que en la práctica permite distinguir a una distancia de diez metros dos puntos luminosos separados por sólo un milímetro.

Los bastones se activan en la oscuridad, y sólo permiten distinguir el negro, el blanco y los distintos grises. Nos permite percibir el contraste.

Los conos, en cambio funcionan de día y en ambientes iluminados, y hacen posible la visión en los colores. En realidad hay tres tipos de conos; uno especialmente sensible a la luz roja, otro a la luz verde y un tercero, a la luz azul. Cada Cono (célula) está conectado individualmente con el centro visual del cerebro por medio del nervio óptico. La combinación de estos tres colores: rojo, amarillo y azul es suficiente como para ver unos 20 mil colores distintos. Así por ejemplo el naranja es rojo con un poco de amarillo y el violeta azul con un poco de rojo. Es en el cerebro donde se lleva a cabo esta interpretación, pues en el ojo solo se capta la luz.

El primer proceso es el que hace circular el impulso nervioso de un extremo a otro de la neurona. El segundo es un proceso químico y, en muy raras ocasiones, eléctrico, cuya función consiste en llevar a cabo la comunicación entre las neuronas.

El registro de señales nerviosas ha permitido comprobar que éstas se propagan como ondas eléctricas solitarias cuya duración no sobrepasa la de unos cuantos milisegundos, con una velocidad de propagación que va de 50 a 100 metros por segundo.

La amplitud de los impulsos nerviosos es del orden de un décimo de voltio y permanece constante a lo largo de la propagación de la señal, sin disminuir. El tamaño del impulso no es entonces lo que distingue a una señal de otra; una emoción grande o pequeña no se traduce en una señal más o menos grande. Del mismo modo, la información respecto a un color o a un olor se conducirá con un impulso eléctrico de igual intensidad.

Las señales eléctricas son resultado de los movimientos de los iones²⁷ de sodio y potasio, cuyas concentraciones difieren dentro y fuera de la célula. El vaivén de estos movimientos está regido por canales que se abren o se cierran, así como por una enzima que funciona como bomba, y es capaz de expulsar los iones del interior de la célula. Así aparece entonces un impulso eléctrico de 100 milivoltios, a partir del cual el impulso se propaga a lo largo de la membrana a una velocidad de entre 50 y 100 metros por segundo, como lo había observado Helmholtz.²⁸

La energía necesaria para esta propagación de la señal eléctrica la proporciona una reacción bioquímica. Como en muchos de los mecanismos celulares, esta energía es transportada por la molécula de ATP.²⁹ En el caso de las células nerviosas, la enzima-bomba rompe la molécula recobra su energía de conexión, con el fin de asegurar su propio funcionamiento.

En resumen, la propagación del impulso nervioso en las neuronas es un fenómeno electroquímico de membrana que está controlado por las enzimas.

²⁷ Recordemos que los iones son átomos que han perdido o ganado electrones, por lo que están cargados eléctricamente: unos positivamente (los cationes) y otros negativamente (los: aniones).

²⁸ Hille B (1970): Ionic channels in nerve membranes. Prog. Biophys. Mol. Biol. 21: 1-32.

²⁹ Adenosín trifosfato

La transmisión del impulso nervioso entre las neuronas permaneció mucho tiempo en el misterio, ahora se sabe que ésta a veces se efectúa de manera eléctrica, pero la mayoría de las veces se realiza de manera química. La transmisión química se realiza en dos tiempos: en las terminaciones del axón, llegada de una señal eléctrica que dispara la apertura de canales que liberaran una molécula especial llamada mediador químico. El más conocido de los mediadores es la acetilcolina, liberada por la sinapsis, se propaga hacia otra neurona. Sin embargo, para recibirla, se requiere una molécula en extremo específica, cuya estructura es "complementaria" de la acetilcolina: el receptor de la acetilcolina. Este receptor es una de esas moléculas "especiales" que se forman alrededor de un canal iónico, que pueden abrir y cerrar y así dejar pasar o no los iones de potasio y sodio. De esta manera, el proceso de transmisión electroquímica se inicia en la neurona adyacente. Así es como se propaga el impulso nervioso de neurona en neurona.

Los neurotransmisores son múltiples: a la acetilcolina debe agregarse el glutamato, la dopamina, pero también los ácidos aminados (la noradrenalina), las proteínas (el GABA),³⁰ e incluso el óxido de nitrógeno (NO).

Algunos mediadores abren canales al ión de sodio, otros al de potasio, otros al de calcio, pero también abren canales al ión de cloro, que posee carga eléctrica negativa, al contrario de los otros. Esto permite entender por qué algunos cambios de la red neuronal se activan y otros no. Los neurotransmisores cumplen, así, un papel fundamental en la activación de tal o cual ráfaga de influjos nerviosos o, al contrario, en su inhibición. La entrada de un ión negativo, como el de cloro, inhibe; la entrada de un ión positivo, como el de sodio o de calcio, activa.

Una neurona está conectada a varias sinapsis de neuronas diferentes; una de ellas abre canales de sodio, otras dos abren canales de cloro, una cuarta neurona controla canales de calcio. Cuando decimos "abre" o "controla" significa que por mediación de las parejas "neurotransmisores/receptores", cada momento, la neurona realiza una suma. Si las cargas negativas superan a las positivas, no se trasmite ninguna señal; si sucede lo contrario, se activa un impulso nervioso.

He aquí una regla aritmética que permite comprender cómo se realiza la combinación de información en cada nodo de la red neuronal. Se percibe el modo en que funciona la red neuronal, ¿pero qué código utiliza?

El código nervioso, cuyos detalles falta descifrar, está conformado por un conjunto de señales eléctricas. Una señal es una serie de hileras de impulsos más o menos modulados³¹, separados por silencios pero idénticos en forma e intensidad. El ritmo, la secuencia, es lo que caracteriza a la señal, no su intensidad. En cada cruce, la señal se dirige, se "propone" a todas las neuronas adyacentes. Una la acepta, otra la apaga porque recibió una señal de inhibición. De esta manera, la señal se propagará en la red, siguiendo, sin embargo, trayectorias específicas, químicamente determinadas.

Niels Bohr abrió una brecha con su modelo del átomo, vinculó la emisión (o la absorción) de luz con ciertos movimientos de electrones dentro de los átomos; una vez desbrozado el camino, estableció un vínculo entre luz y materia, vínculo que será explorado y explotado por la óptica cuántica.

³⁰ El GABA es el ácido gama-aminobutírico, C₄H₉O₂N.

³¹ Loewenstein WR (1959): The generation of electric activity in a nerve ending. Ann. N.Y. Acad. Sci. 81: 367-87.

La base de todos los razonamientos es siempre la misma. Los electrones de los átomos son objetos cuánticos, por lo cual ocupan sólo niveles de energía bien definidos, muy diferenciados, separados por zonas prohibidas de energía. La imagen de la escalera, con sus peldaños separados por vacíos, traduce bien esta situación. Pero, además, los movimientos verticales de un "peldaño" a otro sólo pueden darse con la cantidad exacta de energía que separa dos "peldaños". La cantidad de energía requerida para saltar de un peldaño a otro puede proporcionarla la luz. Se trata, entonces, de una longitud de onda (de un color) que corresponde de manera exacta con la diferencia de energía que separa los dos niveles.³² De igual modo, cuando un electrón salta de manera espontánea de un nivel de energía superior para caer en uno inferior, va a "compensar" la diferencia de energía en forma de luz, de con longitud de onda muy precisa. Es decir, los electrones absorben energía luminosa para saltar a niveles superiores de energía, o emiten luz cuando saltan a niveles inferiores de energía.

Los electrones, como cualquiera, procuran estar en un nivel de energía mínimo, y tienden a ubicarse en el nivel de energía más bajo posible. Sin embargo, no todos los niveles de energía hay suficiente espacio para todo el mundo. Cada nivel puede recibir cierto número de electrones, pero ninguno más. Es una de las consecuencias del principio de Pauli.³³

Una vez lleno, el nivel de energía no acepta electrones adicionales. El último en llegar tendrá que encontrar refugio en un nivel superior -si acaso éste no se encuentra completo- y así sucesivamente.

Se comprende mejor el comportamiento del electrón: aprovecha la energía que absorbe de la luz para saltar a un nivel de energía superior al que posee normalmente. Se dice entonces que se encuentra en un "estado de excitación", fuera de su "estado fundamental". Este estado no es estable, de modo que el electrón caerá de nuevo en su nivel normal. Esta pérdida de energía se traducirá en la emisión luminosa de un color bien definido.

Los saltos de energía del electrón y la emisión de luz están, en consecuencia, íntimamente ligados. Cada uno de los diferentes elementos químicos posee una escala particular de niveles de energía. Cada elemento posee, por lo tanto, una serie de colores específicos cuyas emisiones luminosas resultan de los saltos entre los diferentes niveles de energía. Los espectros luminosos son la traducción concreta de los niveles de energía, y cada uno constituye la huella de un elemento químico, con un espectro óptico característico que permite identificarlo.

Como es de imaginarse, no se dejó escapar esta oportunidad y se estudió y documentó cada uno de los espectros ópticos de los elementos químicos, con lo cual se dispuso al fin del catálogo de "huellas digitales" de cada elemento químico.

³² La relación que propone Einstein para explicar el efecto fotoeléctrico y generalizado por Louis de Broglie para fundar la mecánica cuántica se expresa energía = constante dividida entre la longitud de onda. En resumen: $E = hc/\lambda$. De este modo, a cada longitud de onda le corresponde una energía bien definida.

³³ El principio de exclusión propuesto por el físico alemán Pauli dice que dos electrones no pueden encontrarse en el mismo estado cuántico (cf. capítulo II).

Las moléculas, compuestas de varios átomos, son en sí mismas objetos cuánticos. Al igual que los átomos, poseen niveles de energía en los cuales se colocan los electrones y, como en los átomos, los electrones pueden saltar de un nivel a otro mediante la absorción o la emisión de luz.

2.1.2 SERIES DE FOURIER

El ergodismo es la parte de las matemáticas que permite adaptar análisis de todo tipo al objeto de estudio seleccionado.

En este caso se aplican las series de Fourier para adaptar el estudio de las redes neuronales al sistema de compresión de las señales neuronales del potencial evocado hacia el diseño de interfaz cerebro-computador.

Fourier, establece que cualquier señal periódica puede ser representada por una serie de sumas trigonométricas en senos y cosenos relacionadas armónicamente. El análisis de Fourier es una herramienta matemática utilizada para analizar funciones periódicas a través de la descomposición de dicha función en una suma infinitesimal de funciones senoidales mucho mas simples (como combinación de senos y cosenos con frecuencias enteras).

Los argumentos establecidos por Fourier eran imprecisos y en 1829 Dirichlet proporcionó las condiciones precisas para que una señal periódica pueda ser representada por una serie de Fourier.

Fourier obtuvo además, una representación para señales no periódicas, no como suma de senoides relacionadas armónicamente, sino como integrales de senoides, las cuales no todas están relacionadas armónicamente. Al igual que las series de Fourier, la integral de Fourier, llamada transformada de Fourier, es una de las herramientas más poderosas para el análisis de sistemas LTI (Sistema Lineal Invariante en el Tiempo).

La representación de una señal periódica positivo T , diferente de cero, se verifica que:

$$x(t) = x(t + T) \text{ para toda } t.$$

Para que una señal periódica pueda representarse por una serie de Fourier, debe respetar las condiciones de Dirichlet:

Que tenga un número finito de discontinuidades en el periodo T , en caso de ser discontinua.

El valor medio en el periodo T , sea finito.

Que tenga un número finito de máximos positivos y negativos.

Si se satisfacen estas condiciones, existe la serie de Fourier y puede escribirse en la forma trigonométrica como:

$$x(t) = a_0 + 2 (a_1 \cos \omega t + a_2 \cos 2\omega t + a_3 \cos 3\omega t + \dots \\ + b_1 \sen \omega t + b_2 \sen 2\omega t + b_3 \sen 3 \omega t + \dots)$$

Es decir:

$$x(t) = a_0 + 2 \sum_{k=1}^{\infty} a_k \cdot \cos(k\omega t) + b_k \sin(k\omega t)$$

Los coeficientes a_k y b_k , se obtienen mediante el siguiente cálculo integral:

$a_k = \frac{1}{T} \int_T x(t) \cos(k\omega t) \cdot dt$	$b_k = \frac{1}{T} \int_T x(t) \sin(k\omega t) \cdot dt$
--	--

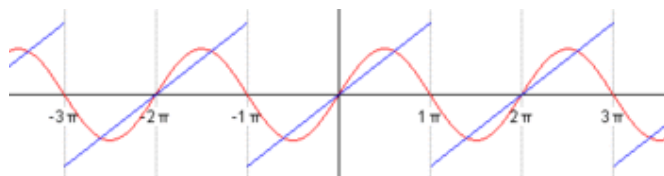
Cuando se considera propagación de ondas resultante de la red neuronal incluye el envío de señales mediante vibraciones electromagnéticas debido a que puede transmitirse información en este medio.

En resumen el punto crucial de la señalización consiste en que debe existir la capacidad para enviar un mensaje que pueda resultar inesperado por el receptor. Si la forma de la señal tiene que estar dada por la forma analítica, entonces no existe la posibilidad de "cambiar de idea" a mitad de mensaje. "Cualquier pequeña parte de la señal determinaría la señal en su totalidad para cualquier instante."³⁴ De hecho, una forma habitual de estudiar la propagación consiste en ver como se propagaran realmente las discontinuidades u otras desviaciones de la analiticidad.

La idea de la serie de Fourier es obtener las amplitudes de las señales senoidales y cosenoidales de frecuencias múltiplos (enteros) de la frecuencia fundamental de la señal original que, sumadas todas ellas, se forma nuevamente la señal original.

Es decir, la suma de todas esas señales sinusoidales te forman nuevamente la señal original.

En este punto la fragmentación simétrica (fractales) de las señales electromagnéticas representa la señal neuronal, pero como esta se desarrolla hasta el infinito, se produce un enrollamiento simétrico de la señal bioelectromagnética mediante la transformada de Laurent.



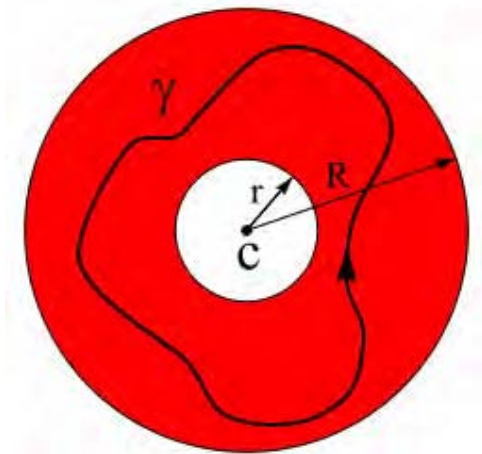
³⁴ Curiosamente es una característica principal de la generación de fractales.

Consideremos ondas y preguntemos cómo se describen matemáticamente estos objetos. Una de las formas más efectivas de estudiar formas de onda es mediante el análisis de Fourier. Trata de la descomposición de vibraciones periódicas en componentes sinusoidales. En caso de las redes neuronales, este es básicamente lo que está implícito en la representación de ciertas señales en términos de sus "tonos puros" constituyentes. El término "periódico" significa que la pauta (desplazamiento físico del objeto que está vibrando) se repite con exactitud al cabo de cierto periodo en el tiempo, o podría referirse a periodicidad en el espacio, como pauta repetitivas en forma universal. En términos matemáticos decimos que una función f es periódica, para toda x si satisface:

$$f(x+l) = f(x)$$

Donde " l " es número fijo que se conoce como periodo

La serie de Laurent (funciones sobre un círculo) nos proporciona un modo muy económico de representar la serie de Fourier. Pero esta expresión también sugiere una forma alternativa de considerar la descomposición de Fourier. Puesto que una función periódica se repite a sí misma indefinidamente, podemos considerar que semejante función está definida en un "círculo", donde el periodo " l " de la función es la longitud de la circunferencia del círculo y " x " mide la distancia a lo largo de ésta. Es decir, más que ir simplemente en línea recta, estas distancias dan vueltas ahora alrededor del círculo, de modo que la periodicidad es tomada en cuenta automáticamente.



Más allá básicamente, una transformada de Fourier es el límite de una serie de Fourier cuando el periodo " l " de la función periódica $f(x)$ se hace cada vez mayor hasta que se transforma en infinito. En este límite infinito no hay ninguna restricción de la periodicidad sobre $f(x)$; es sólo una función ordinaria. Eso tiene ventajas considerables cuando estamos estudiando la propagación de ondas y la capacidad de enviar señales "inesperadas", pues entonces no queremos insistir en que la forma de la señal sea periódica. La transformada de Fourier nos permite considerar tales señales "excepcionales" mientras seguimos analizándolas en términos de tonos puros periódicos.

De hecho, lo consigue considerando que nuestra función $f(x)$ tiene periodo " l " tendiente al infinito.

Dentro del análisis de más importancia dentro de las series de Laurent son las singularidades en el infinito.

Definición 1. Diremos que ∞ es una **singularidad aislada** de una función f si existe $R > 0$ tal que $f \in H(AR)$, donde $AR = \{z \in \mathbb{C} : |z| > R\}$.

Podemos establecer una clasificación similar a la considerada para singularidades finitas.

Definición 2. Supongamos que ∞ es una singularidad aislada de una función f . Entonces:

(1) Se dice que f tiene en ∞ una **singularidad evitable** o que ∞ es una **singularidad evitable** de f si existe

$$\lim_{z \rightarrow \infty} f(z) \in \mathbb{C}.$$

(2) Se dice que f tiene en ∞ un **polo** o que ∞ es un **polo** de f si

$$\lim_{z \rightarrow \infty} f(z) = \infty.$$

(3) Se dice que f tiene en ∞ una **singularidad esencial** o que ∞ es una **singularidad esencial** de f si no existe $\lim_{z \rightarrow \infty} f(z)$ en \mathbb{C}^∞ .

Definición 3. Estudio de singularidades en el infinito. Si para alg'ún $R > 0$ es $f \in H(AR)$, donde como antes $AR = \{z \in \mathbb{C} : |z| > R\}$, la función f^* definida por

$$f^*(z) = f\left(\frac{1}{z}\right)$$

es holomorfa en $D^*(0; 1/R)$, con lo que 0 es una singularidad aislada para f^* . Esto permite reducir el estudio de las singularidades en ∞ al estudio de singularidades aisladas en 0. Por ejemplo, es inmediato que f tiene una singularidad evitable en ∞ (o un polo, o una singularidad esencial) si y solo si f^* tiene en 0 una singularidad evitable (o un polo, o una singularidad esencial).

Sobre esta base podemos estudiar con mayor detalle las singularidades en ∞ .

Definición 8.21. (Series doblemente infinitas). Dada una sucesión $(z_n)_{n \in \mathbb{Z}}$ de números complejos, si las series

$$\sum_{n=0}^{\infty} z_n \text{ y } \sum_{n=1}^{\infty} z_{-n}$$

convergen, diremos que la serie $\sum_{n=-\infty}^{\infty} z_n$, converge, en cuyo caso su suma es el número complejo

$$\sum_{n=-\infty}^{\infty} z_n = \sum_{n=0}^{\infty} z_n + \sum_{n=1}^{\infty} z_{-n}.$$

Obsérvese que si $\sum_{n=-\infty}^{\infty} z_n$, converge, la sucesión de sumas simétricas $\left(\sum_{n=-N}^N z_n \right)$

es convergente con un límite igual a la suma de la serie, pero que este límite puede existir sin que la serie sea convergente; por ejemplo, si $z_0 = 0$ y $z_n = 1/n$ para $n \neq 0$.

Diremos que la serie $\sum_{n=-\infty}^{\infty} z_n$, converge absolutamente si las dos series

$\sum_{n=0}^{\infty} z_n$, y $\sum_{n=1}^{\infty} z_{-n}$ convergen absolutamente.

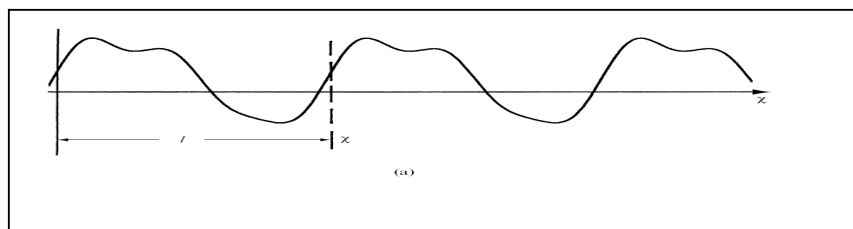
De manera análoga, dada $(f_n)_{n \in \mathbb{Z}}$, donde las f_n son funciones complejas definidas en

un conjunto $S \subseteq \mathbb{C}$, diremos que la serie $\sum_{n=-\infty}^{\infty} f_n$, converge (puntualmente, uniformemente, uniformemente sobre compactos de S) si y sólo si las dos series

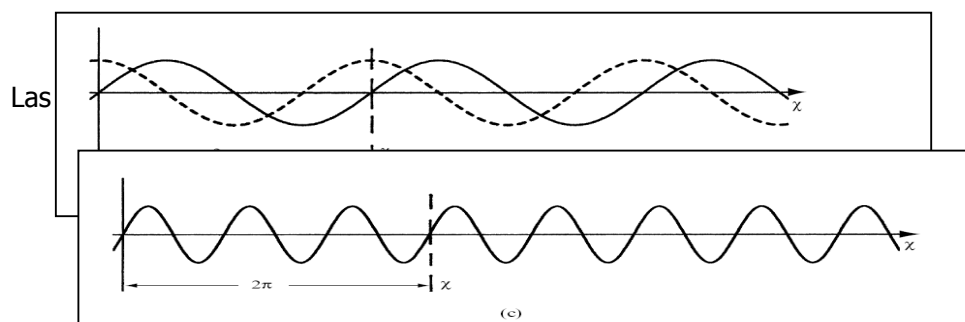
$\sum_{n=0}^{\infty} f_n$ y $\sum_{n=1}^{\infty} f_{-n}$, convergen (puntualmente, uniformemente, uniformemente sobre compactos de S)

Aunque hemos dividido la serie en dos trozos separando los $n \geq 0$ y los $n < 0$, es evidente que la separación puede llevarse a cabo en cualquier otro índice, pues se trata de añadir o quitar un número finito de sumandos al trozo correspondiente.

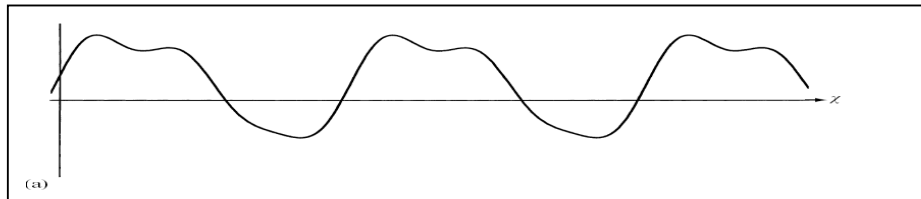
El concepto de onda periódica de Fourier se establece mediante el siguiente grafo 1



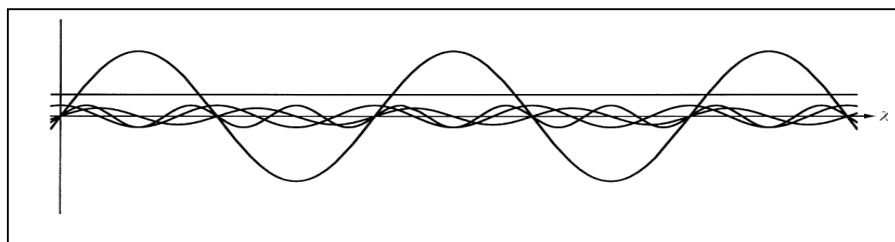
Luego la función de onda se magnifica cuando se establecen multiescenas sobre ondas



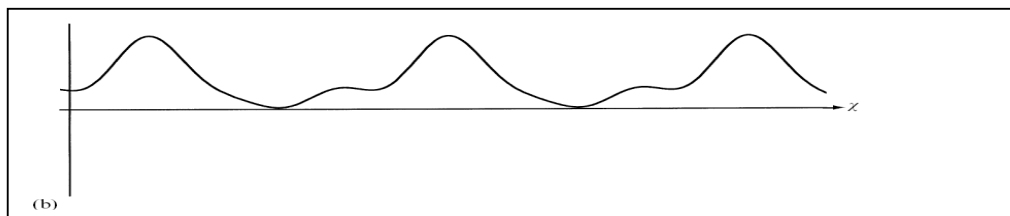
La complejidad de Fourier es transformada con múltiples aplicaciones



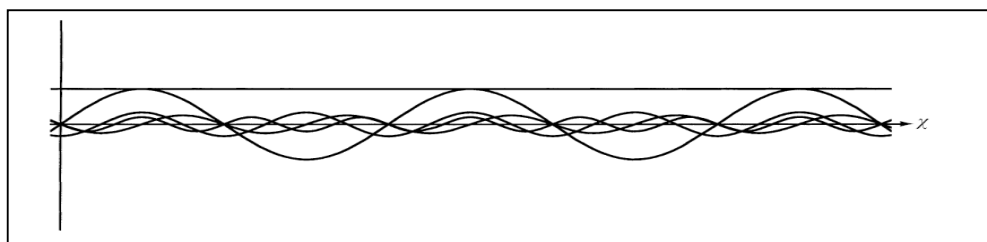
Existen resonancias entre funciones de onda.



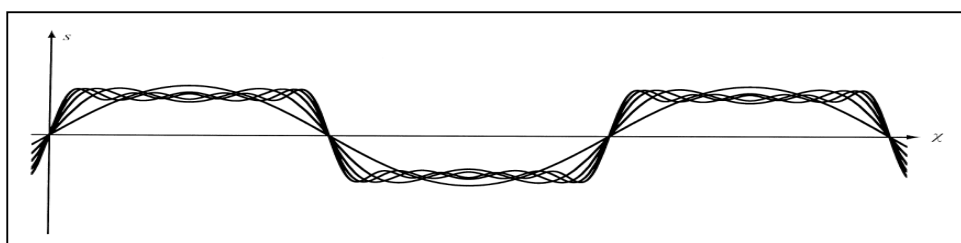
El procesamiento de señales con funciones de ondas entra en complejidad.



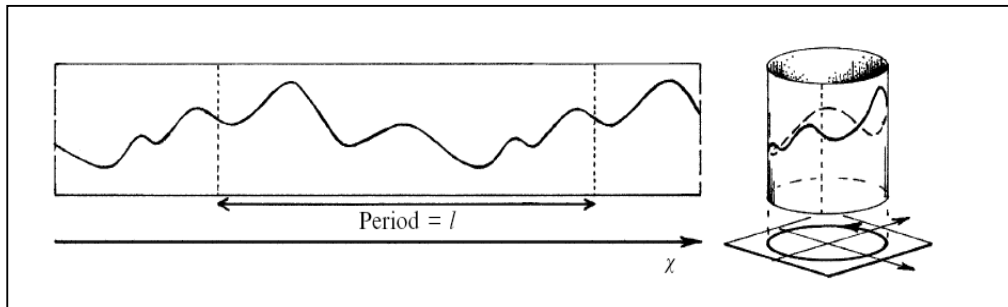
El ruido presente en las funciones de onda.



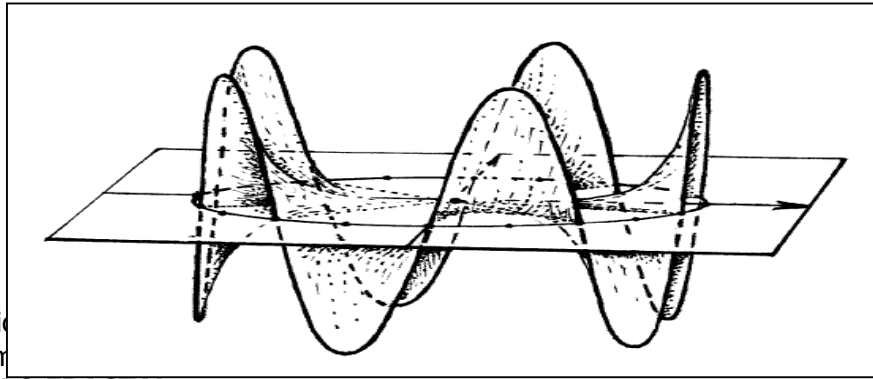
Otro sistema ruidoso.



Finalmente se da la trasformada de Laurent, con enrollamientos de funciones de onda, mostrando la señal más organizada.



La concepción tridimensional de la series de Fourier en función de acercamientos al a curva normal y curva de Fisher- Wrigt-



La aplic
experim

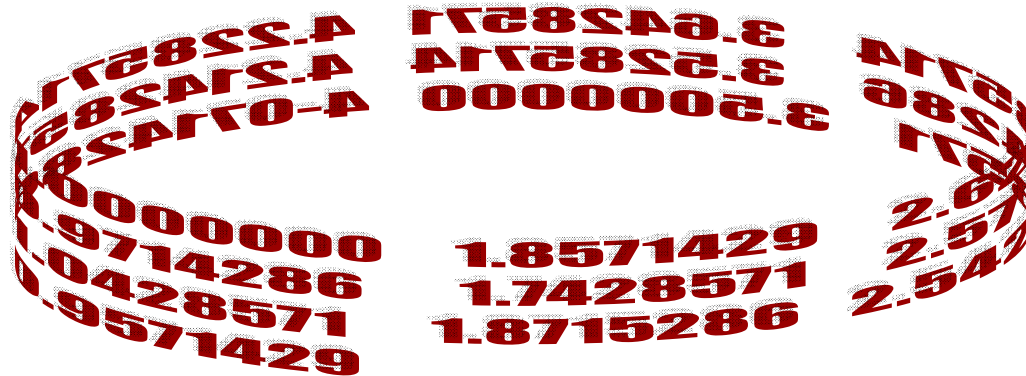
cado de la

MODELO FRACTAL

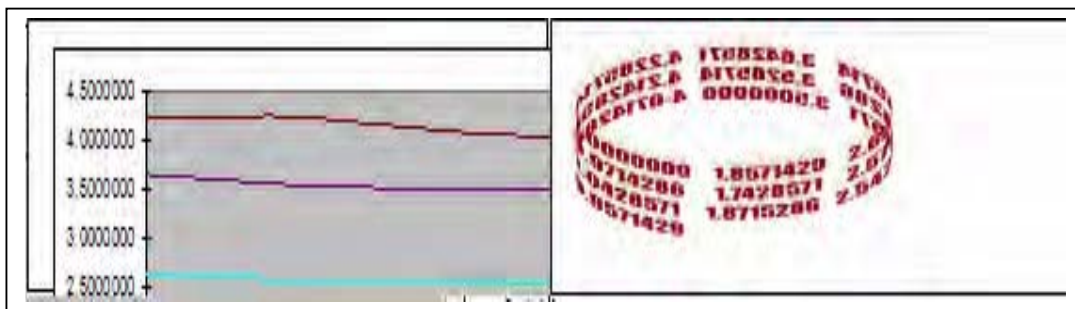
1.0000000	1.8571429	2.6285714	3.6428571	4.2285714
0.9714286	1.7428571	2.5714286	3.5285714	4.2142857
1.0428571	1.8714286	2.5428571	3.5000000	4.0714286
0.9571429	1.7285714	2.5000000	3.5000000	4.0000000
0.5384615	1.0000000	1.4153846	1.9615385	2.2769231
0.5230769	0.9384615	1.3846154	1.9000000	2.2692308
0.5615385	1.0076923	1.3692308	1.8846154	2.1923077
0.5153846	0.9307692	1.3461538	1.8846154	2.1538462
0.3804348	0.7065217	1.0000000	1.3858696	1.6086957
0.3695652	0.6630435	0.9782609	1.3423913	1.6032609
0.3967391	0.7119565	0.9673913	1.3315217	1.5489130
0.3641304	0.6576087	0.9510870	1.3315217	1.5217391
0.2745098	0.5098039	0.7215686	1.0000000	1.1607843
0.2666667	0.4784314	0.7058824	0.9686275	1.1568627
0.2862745	0.5137255	0.6980392	0.9607843	1.1176471
0.2627451	0.4745098	0.6862745	0.9607843	1.0980392
0.2364865	0.4391892	0.6216216	0.8614865	1.0000000
0.2297297	0.4121622	0.6081081	0.8344595	0.9966216
0.2466216	0.4425676	0.6013514	0.8277027	0.9628378
0.2263514	0.4087838	0.5912162	0.8277027	0.9459459

Luego se muestra la circularidad del modelo fractal en función de la transformada de Fourier y la conceptualización circular de Laurent.

1.0000000	1.8571429	2.6285714	3.6428571	4.2285714
0.9714286	1.7428571	2.5714286	3.5285714	4.2142857
1.0428571	1.8714286	2.5428571	3.5000000	4.0714286
0.9571429	1.7285714	2.5000000	3.5000000	4.0000000



El modelo fractal se adecua al modelo circular de Laurent.



En

conclusión, la formula utilizada para la matematización del potencial evocado es la siguiente:

$$y(t) = a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} \left[a_n \cos\left(n \frac{2\pi}{T} t\right) + b_n \sin\left(n \frac{2\pi}{T} t\right) \right]$$

2.1.3 DIMENSIÓN FRACTAL

Un fractal es un objeto geométrico cuya estructura básica se repite a diferentes escalas. El término fue propuesto por el matemático Benoît Mandelbrot en 1975 y deriva del Latín ***fractus***, que significa quebrado o fracturado.³⁵

³⁵ Adler, Alfred. (1929). The science of living. New York: Greenberg.

Los fractales pueden ser generados por un proceso recursivo o iterativo, capaz de producir estructuras auto-similares a cualquier escala de observación. Los fractales son estructuras geométricas irregulares y de detalle infinito. Muchas estructuras naturales son de tipo fractal.³⁶

A un objeto geométrico fractal se le atribuyen las siguientes características:

- Se define mediante un simple algoritmo recursivo.
- Interconectado
- Forman redes
- Simétrico
- Recursivo
- Ergódico
- Autopoietico
- Renormalizante
- Tiempo real
- Autorreflexivo
- Plegamiento

Un fractal natural es un elemento de la naturaleza que puede ser descrito mediante la geometría fractal. Las nubes, las montañas, el sistema circulatorio, las líneas costeras o los copos de nieve son fractales naturales. Las propiedades atribuidas a los objetos fractales ideales, como el detalle infinito, tienen límites en el mundo natural.³⁷

El fractal subraya ciertas repeticiones perceptibles e inacabables, tales como:

- Repeticiones crecientes, decrecientes o iguales de entidades
- Repeticiones multiplicativas de entidades
- Repeticiones cíclicas de entidades
- Repeticiones no simétricas de entidades

Técnicas de fractales han sido utilizadas en la compresión de datos. En este caso se utilizan para comprimir los datos de la intrincada red neuronal del cerebro humano, estableciéndose un código en función de lecturas de milivoltios, longitud de ondas, Hertzios...etc., así como en una variedad de disciplinas científicas.

Existen pruebas para la compresión de imágenes utilizando la geometría fractal junto con el teorema del *collage*, basándose en encontrar las transformaciones lineales que hacen que al aplicarlas reiteradas veces obtengamos la imagen procesada en cuestión.

Las formas fractales, las formas en la que las partes se asemejan al todo, están presentes en la materia biológica, junto con las simetrías y las espirales, como las formas más sofisticadas en el desarrollo evolutivo de la materia biológica en cuanto que se presentan en procesos en los que se producen saltos cualitativos en las formas biológicas, es decir, posibilitan catástrofes que dan lugar a nuevas y más complejas realidades, como las hojas que presentan una morfología similar a la pequeña rama de la que forman parte que, a su vez, presentan una forma similar a la rama, que a su vez es similar a la forma del árbol, y sin embargo, cualitativamente no es lo mismo una hoja, que una rama o un árbol.³⁸

Pero además, las formas fractales no sólo se presentan en las formas espaciales de los objetos sino que se observan en la propia dinámica evolutiva de los sistemas complejos.

³⁶ Ames, W. F., and C. Rogers, (Eds.) (1992). Nonlinear equations in the applied sciences. San Diego, CA: Academic Press.

³⁷ Artigiani, Robert. (1991). Model of societal self-organization. In Time, rhythms, and chaos in the new dialogue with nature, George Scott (Ed.). Freeman, SD: Pine Hills Press.

³⁸ Baker, G., and Gollub, J. (1990). Chaotic dynamics: An introduction. Cambridge: Cambridge University Press.

Dinámica que consta de ciclos,³⁹ en los que partiendo de una realidad establecida simple acaban en la creación de una nueva realidad más compleja, como sucede en el espiral ergódico de la recursividades que resultan del potencial evocado en cerebros humanos, creándose redes neuronales digitales, como una expresión eiksmórfica de dos realidades distintas pero conectadas y que a su vez forman parte de ciclos más complejos que a su vez forman parte del desarrollo de la dinámica de otro gran ciclo dentro de las evoluciones dinámicas de todos estos ciclos que presentan las similitudes propias de los sistemas caóticos.

Con el descubrimiento de la geometría de los fractales, varias ciencias particulares pueden hoy tomar sus conceptos y aprovecharlos en sus respectivas áreas de conocimiento. Está surgiendo de este modo una compleja matriz científica,⁴⁰ que puede servir para hacer de soporte a todas las ciencias particulares. En este caso los fractales nos ayuden a entender diferentes procesos antes análogos, después isomórficos y ahora eiksmórficos y eikonmórficos, haciendo que las neurociencias se conviertan rápidamente en una ciencia madre.

Las ciencias sociales, pueden utilizar muchos conceptos abstractos de los fractales y de la teoría del caos, proponiendo nuevas teorías o profundizando las clásicas, pero enriquecidas por el nuevo paradigma emergente como el de la tercera cultura.

Carlos Marx, realizó intuitivamente el "análisis fractal" de la economía política, estudiando la "mercancía" como la pieza raíz, de la cual obtenía el "árbol" completo de la sociedad capitalista, esto es, el fenómeno integral.

De todas maneras, una extrapolación demasiado esquemática de la geometría fractal a las ciencias sociales será siempre una utopía, ya que la sociedad no es precisamente una abstracción matemática. Pero a nivel de los microtubulos⁴¹ de la neurona se permite entender la polaridad eléctrica como un serie digital, es decir un chorro interminable disipativo de las esencias y pulsiones humanas.

En las matemáticas priman los entes estáticos, ideales: los números.⁴² Con una ecuación sumaria, o parámetros fijos, una computadora puede deducir una estructura, como sucede en el caso de las imágenes digitales que representan ecuaciones fractales, que no son otra cosa que una ecuación iterada una cantidad determinada de veces.

Sin embargo, una sociedad no puede hallar una ecuación sumaria que genere una estructura determinada, por el simple hecho de que los pilares de una sociedad son más elásticos que simples coordenadas ideales.

Entonces se da lo que la teoría del caos denomina "sensibilidad extrema" a los "estados iniciales" de un proceso, que pueden redundar en drásticos cambios pasado un tiempo del inicio.

³⁹ Cosenza, M.G., and Swift, J.B. (1990). Scaling properties of multifractal functions at an attractor-repeller transition. *Physical Review A*, 41 (12), 6615-6620.

⁴⁰ Dobzhansky, Theodosius. (1962). *Mankind evolving*. New Haven, CT: Yale University Press.

⁴¹ Gleick, James. (1987). *Chaos: Making a new science*. New York: Viking Press.

⁴² Feigenbaum, Mitchell. (1978). Quantitative universality for a class of nonlinear transformations. *Journal of Statistical Physics*, 19, 25-32. Feigenbaum, Mitchell. (1983). Universal behavior in nonlinear systems. In *Nonlinear dynamics and turbulence*, Barenblatt, G., Iooss, G., and Joseph, D., (Eds.). Boston: Pitman Press.

De este modo, en las ciencias sociales priman los elementos móviles, la sociedad en un movimiento incesante. Sin embargo, el análisis del "ADN social", o sea, todas sus tendencias internas de desarrollo, pueden ser estudiadas siguiendo los parámetros de esta teoría, que no es otra cosa que una teoría integral del desarrollo, del devenir.

Dicho de otra manera, es una forma novedosa que puede tomar el método dialéctico que funda Marx, sobre la base de Hegel y Heráclito.

No llega a ser una "ciencia dura" por esta imposibilidad de hallar leyes precisas. Pero puede hallar leyes elásticas, que acerquen al objeto de estudio sin renunciar a la ciencia. El método que puede servir para ello es la teoría del caos y los fractales.

En esto se relacionan la teoría de fractales y la teoría del caos, las cuales son parte de un mismo y novedoso paradigma emergente en la ciencia. La teoría de sistemas de Ludwig von Bertalanffy también tiene sus aportes para hacer, al igual que la teoría de las catástrofes, de René Thom.

Un congreso multidisciplinar sobre fractales (Fractal 98, Valletta, Malta), incluyó entre los temas tratados, los siguientes:

- Aplicaciones en biología, medicina, ingeniería, economía y sociología
- Autómatas celulares
- Estructuras coherentes
- Difusiones entrelazadas
- Sistemas desordenados
- Superficies y volúmenes fractales
- Fenómenos de crecimiento
- Sistemas de funciones iteradas
- Análisis y síntesis de imágenes
- Sistemas L
- Multifractales
- Sistemas dinámicos no lineales
- Formación de estructuras
- Transiciones de fase
- Autoorganización y fenómenos de cooperación
- Turbulencia
- Visualización
- Ondas e interacciones

La autosemejanza

Desde un punto de vista intuitivo, un conjunto autosemejante es aquel que puede ser descompuesto en partes, cada una de las cuales es semejante al conjunto total.⁴³

⁴³ Groot, S.R. de. (1962). Non-equilibrium thermodynamics. New York: Interscience Publishers.

La autosemejanza es una propiedad universalmente extendida en la naturaleza. Se han reconocido rasgos de autosemejanza en fenómenos como las variaciones climatológicas, los flujos en régimen de turbulencia, los precios de un mercado o la formación de masas coralinas.

Los fractales que presentan propiedades de autosemejanza en la naturaleza lo suelen hacer en un sentido aleatorio.

A menudo resulta necesario determinar el tamaño de un fractal para poder establecer su similitud con algún otro. Existen distintos números asociados con los fractales que nos permiten compararlos. Estos números, denominados normalmente *dimensiones fractales*, son un intento de cuantificar nuestra idea subjetiva acerca de la densidad con que un fractal ocupa el espacio al que pertenece.

SEÑALES DEL POTENCIAL EVOCADO Y FÓRMULAS FRACTALES.

Las señales de potencial evocado se fractalizan mediante una formula fractal iterativa como números complejos.

Entonces, tenemos el número complejo $Z = a+bi$, al cual se lo somete a una prueba matemática. Para ello tomamos el número Z y lo elevamos al cuadrado, sumádoselo después al mismo Z . Luego, elevamos ese resultado y lo elevamos nuevamente al cuadrado, sumádoselo a Z y así infinitamente (iteración).⁴⁴ Representemos esto:

NÚMERO $\mathbb{C} = a + bi$ (complejo).	
primera iteración	$Z^2 + Z$
segunda iteración	$(Z^2 + Z)^2 + Z$
tercera iteración	$((Z^2 + Z)^2 + Z)^2 + Z$

El esquema anterior nos muestra el caso mencionado. Se toma un número complejo y se le somete a un proceso matemático "simple", tal como es elevarlo al cuadrado y sumarlo consigo mismo. Este proceso, iterado, transforma ese número complejo "simple" en uno infinitamente intrincado.⁴⁵

3.9714286	2.1384615	1.5108696	1.0901961	0.9391892	4.0330920	7.4900280	10.6012704	14.6919780	17.0542176	63.5207309
4.0882353	2.2786885	1.5444444	1.1255061	0.9423729	3.9178608	7.0291032	10.3708080	14.2310532	16.9966020	62.5246743
3.8082192	2.1221374	1.5617978	1.1346939	0.9754386	4.2059388	7.5476436	10.2555768	14.1158220	16.4204460	62.1477139
4.1492537	2.2975207	1.5885714	1.1346939	0.9928571	3.8602452	6.9714876	10.0827300	14.1158220	16.1323680	61.3255496
7.2000000	3.8769231	2.7391304	1.9764706	1.7027027	2.2250956	4.1323203	5.8488226	8.1057053	9.4089756	47.2161462
7.4117647	4.1311475	2.8000000	2.0404858	1.7084746	2.1615214	3.8780237	5.7216743	7.8514087	9.3771885	47.0816892
6.9041096	3.8473282	2.8314607	2.0571429	1.7684211	2.3204568	4.1641074	5.6581002	7.7878345	9.0593177	46.3982790

⁴⁴ May, R.M. (1974). Stability and complexity in a model ecosystem. Princeton, NJ: Princeton University Press.

⁴⁵ May, R.M. (1976). Simple mathematical models with very complicated dynamics, Nature, 261, 459-476.

7.5223881	4.1652893	2.8800000	2.0571429	1.8000000	2.1297343	3.8462366	5.5627389	7.7878345	8.9003823	46.6517469
10.2428571	5.5153846	3.8967391	2.8117647	2.4222973	1.5625821	2.9019382	4.1073587	5.6922634	6.6074900	45.7606752
10.5441176	5.8770492	3.9833333	2.9028340	2.4305085	1.5179369	2.7233574	4.0180683	5.5136825	6.5851674	46.0960551
9.8219178	5.4732824	4.0280899	2.9265306	2.5157895	1.6295499	2.9242608	3.9734231	5.4690373	6.3619414	45.1238227
10.7014925	5.9256198	4.0971429	2.9265306	2.5607143	1.4956143	2.7010348	3.9064552	5.4690373	6.2503284	46.0339702
14.1714286	7.6307692	5.3913043	3.8901961	3.3513514	1.1293392	2.0973442	2.9685487	4.1140213	4.7754914	49.5197944
14.5882353	8.1311475	5.5111111	4.0161943	3.3627119	1.0970724	1.9682769	2.9040150	3.9849540	4.7593580	50.3230764
13.5890411	7.5725191	5.5730337	4.0489796	3.4807018	1.1777394	2.1134776	2.8717482	3.9526871	4.5980238	48.9779515
14.8059701	8.1983471	5.6685714	4.0489796	3.5428571	1.0809389	1.9521434	2.8233480	3.9526871	4.5173567	50.5911997
16.5142857	8.8923077	6.2826087	4.5333333	3.9054054	0.9693887	1.8002932	2.5481073	3.5313444	4.0991292	53.0762036
17.0000000	9.4754098	6.4222222	4.6801619	3.9186441	0.9416918	1.6895059	2.4927137	3.4205571	4.0852808	54.1261874
15.8356164	8.8244275	6.4943820	4.7183673	4.0561404	1.0109339	1.8141416	2.4650169	3.3928603	3.9467967	52.5586830
17.2537313	9.5537190	6.6057143	4.7183673	4.1285714	0.9278434	1.6756575	2.4234716	3.3928603	3.8775546	54.5574909
2.9714286	1.6000000	1.1304348	0.8156863	0.7027027	3.0330920	5.6328851	7.9726990	11.0491208	12.8256461	47.7336954
3.0588235	1.7049180	1.1555556	0.8421053	0.7050847	2.9464322	5.2862460	7.7993794	10.7024817	12.7823163	46.9833428
2.8493151	1.5877863	1.1685393	0.8489796	0.7298246	3.1630817	5.6762150	7.7127196	10.6158220	12.3490174	46.7013005
7.0759062	3.8574698	2.6994410	1.9391757	1.6820463	6.9361943	12.7329441	18.1840004	25.3078000	29.1865855	109.6015633
9.4310924	5.1556116	3.5770531	2.5921727	2.2058864	5.6044948	10.1614235	14.8042460	20.3752200	24.1286545	98.0358552
9.3082192	5.1877112	3.6395755	2.6488639	2.2432352	5.8443833	10.4872058	14.5926357	20.0672306	23.5284037	97.5474641

La serie fractal *in continuu* infinitamente.

En conclusión, toda la teoría de la dimensión fractal se utiliza para codificar las señales bioelectromagnéticas detectadas por el potencial evocado.

2.2 MARCO CONCEPTUAL

- 1) **Potencial evocado.** El potencial evocado es el resultado de promediar la actividad fásica del electroencefalograma en respuesta a una estimulación repetida un determinado número de veces. Este puede ser de tres tipos auditivo, visual, y somatosensorial.
En principio, el encefalograma da un registro poco informativo, con lo que el potencial evocado permite hacer ese registro significativo.
Gracias a los potenciales evocados se pueden estudiar diversos constructos. Por ejemplo, se ha correlacionado negativamente con el nivel de inteligencia (las personas con un cociente de inteligencia alto suelen presentar PE de latencia más corta).
- 2) **Sistema de codificación.** Es una estructura eiksmórfica que traduce y representa señales bioelectromagnéticas por potencial evocado de la red neuronal del cerebro a partir de series de Fourier y el uso de la dimensión fractal.
- 3) **Autoorganización.** Tendencia constante y espontánea para generar patrones de comportamiento global a partir de las interacciones entre sus partes constituyentes y a partir de las interacciones de estas con su entorno. (Atlan, Haken, Maturana,).
- 4) **Amplificación por fluctuaciones.** Elementos simples, al entrar en estado crítico pueden desencadenar procesos que cambian completamente las condiciones del sistema. (Lorenz, Poincaré, Prigogine,)
- 5) **Análisis armónico.** El análisis armónico es la rama de las matemáticas que estudia la representación de funciones o señales como superposición de ondas "básicas", de "base", de las que podemos decir que la función o la señal "se compone". Investiga y generaliza las nociones de series de Fourier y transformadas de Fourier. Las ondas base se dicen "armónicos", y de ahí el

nombre de la disciplina. A lo largo de los siglos XIX y XX se ha convertido en una materia enorme con aplicaciones en campos diversos como el procesamiento de señales, la mecánica cuántica o la neurociencia.

- 6) **Artificialidad.** La naturaleza está deviniendo en artificial, el ámbito de lo natural se agota amplificándose bajo el impulso de una creatividad humana que más que eliminar construye una nueva realidad dentro de esta. (Laszlo, Hayles,)
- 7) **Autoconsistencia.** No aparecen principios ni fundamentos ni jerarquías definidas. Los sucesos y las relaciones adquieren al menos la misma importancia que los elementos de un sistema. Se establece así una red dinámica de sucesos interrelacionados y su consistencia global determina la estructura de la totalidad de la red. (Chew, Capra, Física cuántica,)
- 8) **Autopoiesis.** Capacidad de un sistema para organizarse de tal manera que el único producto resultante es él mismo. No hay separación entre productor y producto. El ser y el hacer de una unidad autopoietica son inseparables y esto constituye su modo específico de organización. Nuestra experiencia esta amarrada a nuestra estructura de una forma indisoluble. No vemos el espacio del mundo vivimos nuestro campo visual. (Maturana, Varela,)
- 9) **Autosemejanza,** semejanza o fractalidad. Escalas, pautas o comportamientos que aparecen en una dimensión campo o condición, aparecen en otras dimensiones campos o condiciones, por diferentes que estos sean. En los puntos críticos, aparecen estructuras fractales que presentan el mismo aspecto a diferentes escalas. Figuras que no tienden a infinito, pero su longitud entre dos puntos es infinita. (Mandelbrot,)
- 10) **Borrosidad.** No hay límites definidos entre los elementos ni al interior de ellos. Todo es cuestión de grado o de aproximación; a medida en que nos acercamos a las cosas, sus bordes se tornan más borrosos, a mayor borrosidad mayor precisión. Cuanto más se parece una cosa a su contrario, más borrosa es. (Kosko, Zadeh,)
- 11) **Código de barras.** El código de barras es un código basado en la representación mediante un conjunto de líneas paralelas verticales de distinto grosor y espaciado que en su conjunto contienen una determinada información. De este modo, el código de barras permite reconocer rápidamente un artículo en un punto de la cadena logística y así poder realizar inventario o consultar sus características asociadas. Actualmente, el código de barras está implantado masivamente de forma global.
- 12) **Conectividad.** Todas las partes de un sistema complejo se afectan mutuamente a pesar de que no tengan conexión directa. Hay una pauta que todo lo conecta (Bateson). No importan tanto los objetos sino las relaciones. Las conexiones sean locales o no locales conforman un campo relacional.
- 13) **Constructivismo.** Observador, fenómeno observado y proceso de observación forman una totalidad. El organismo constituye la realidad en el lenguaje. Operamos más interna que externamente. No hay datos, leyes de la naturaleza, objetos externos, la legalidad y certeza de los fenómenos naturales son propiedades del que describe. La lógica del mundo es la lógica de la construcción del mundo. Estamos atrapados en una paradoja: no sabemos si lo que conocemos es válido ni podemos saberlo. (von Foerster, von Glassersfeld, Watzlawick,)
- 14) **Correlación.** No existen causas únicas ni lineales ni el tiempo fluye como lo sentimos. Parece haber más bien una correlación, una ocurrencia de fenómenos entre los cuales es difícil determinar los importantes. La causalidad en vez de cadena de acontecimientos es una figura compleja donde efectos y causas están entretejidos. (Bohm,)

- 15) **Criticabilidad.** En un punto crítico se hace máxima la transmisión de información. Para obtener un comportamiento global coherente, es preciso que las interacciones entre los individuos den lugar a correlaciones que abarquen el sistema entero y ese orden global emerge en un punto crítico, en el filo del caos. La complejidad aparece a través de los puntos críticos en las transiciones de fase. (Back, Solé, Kauffman, Wolfram,)
- 16) **Difusiones entrelazadas.**- La difusión es un proceso procesos disipativos irreversible, en el que las partes de la serie se introducen en un medio que inicialmente estaba ausente de ellas aumentando el orden del sistema conjunto formado por las partes de la serie difundidas y el medio donde se difunden con características de la dimensión fractal.
Como resultado se forma un lazo entrelazado de series de Fourier o de longitudes de onda de las señales bioelectromagnéticas del potencial evocado.
- 17) **Emergencia.** Surgen nuevas propiedades (generalmente autoorganizativas) a partir de nuevas formas de conexión entre los mismos elementos, o de rupturas de simetría en el sistema. (Haken, Varela,)
- 18) **Fractal.** Un fractal es un objeto semi geométrico cuya estructura básica se repite a diferentes escalas. El término fue propuesto por el matemático Benoît Mandelbrot en 1975 y deriva del Latín fractus, que significa quebrado o fracturado. Los fractales pueden ser generados por un proceso recursivo o iterativo, capaz de producir estructuras auto-similares a cualquier escala de observación. Los fractales son estructuras geométricas irregulares y de detalle infinito. Muchas estructuras naturales son de tipo fractal.
- 19) **Flujicidad.** Los puntos de control del sistema y sus mecanismos de información están dispersos, difusos, en la estructura del sistema.
- 20) **Impredecibilidad.** El sistema va a derivar azarosamente por: a) una dependencia sensitiva de las condiciones iniciales, b) alta sensibilidad a ciertas situaciones.
- 21) **Inclusión.** El todo está en la parte que está en el todo. Las partes contienen al todo en proporción directa a su tamaño o masa o solapamiento con el todo. No solo la parte esta en el todo, sino que el todo esta en el interior de la parte que esta en el interior del todo. (Bohm, Kosko, Morin,)
- 22) **Inteligencia artificial.** Se denomina inteligencia artificial a la ciencia que desarrolla procesos que imitan a la inteligencia de los seres vivos. La principal aplicación de esta ciencia es la creación de máquinas para la automatización de tareas que requieran un comportamiento inteligente.
- 23) **Interfaz.** Una interfaz es la superficie, conocimiento o pensamiento entre dos fases distintas en una mezcla heterogénea.
- 24) **Metadimensionalidad.** Las leyes de la naturaleza se hacen más simples y elegantes cuando se expresan en dimensiones más altas que son su ámbito natural. En dimensiones más altas tenemos suficiente sitio para unificar las fuerzas. Moverse hacia arriba (en un campo de batalla por ejemplo) permite tener una mejor posición para una observación más amplia. (Kaku)
- 25) **Omnijetividad.** No hay sujeto-objeto definidos. Se pueden entender los dos términos como complementarios de la misma unidad. (Izquierdo, Maturana,)
- 26) **Paradoja.** Cuando esperamos hallar la respuesta, nos topamos con la pregunta. Cuando creemos llegar al final, estamos al comienzo. Las cosas pueden ser y no ser a la vez. (Hofstadter, Bateson)
- 27) **Plegabilidad.** Los fenómenos son despliegues de la conciencia como la conciencia es despliegue de los fenómenos. El universo es implícito y explícito a la vez. (Bohm, Deleuze,)

- 28) **Potencialidad.** Existe un potencial en cada ser, en cada relación, en cada suceso. Hay más recursos abundantes que recursos escasos. En términos de desarrollo social y humano deberíamos pensar más en Coeficientes de Potencial Disponible (CPD) que en Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) (Elizalde, Max Neef).
- 29) **Recursión.** Los procesos y elementos vuelven sobre sí mismos en bucles, rizos o cascadas de espirales creativas. (Briggs, Hofstadter, Morin,)
- 30) **Resonancia.** Existe una íntima conexión entre los sucesos y las cosas, que los hace a la vez causa y consecuencia, imagen y semejanza. (Bateson, Sheldrake,)
- 31) **Rizomas.** "Todo rizoma comprende líneas de segmentariedad desde las que es estratificado, territorializado, organizado, significado... pero también líneas de desterritorialización por las que se escapa sin cesar. "EI rizoma es un sistema acendrado, no jerárquico y no significativo, sin general, sin memoria organizadora o autómatas central, definido únicamente por una circulación de estados. (Deleuze, Guattari,)
- 32) **Serie de Fourier.** El análisis de Fourier es una herramienta matemática utilizada para analizar funciones periódicas a través de la descomposición de dicha función en una suma infinitesimal de funciones senoidales mucho más simples (como combinación de senos y cosenos con frecuencias enteras). El nombre se debe al matemático francés Jean-Baptiste Joseph Fourier que desarrolló la teoría cuando estudiaba la ecuación del calor. Fue el primero que estudió tales series sistemáticamente, y publicó sus resultados iniciales en 1807 y 1811. Esta área de investigación se llama algunas veces análisis armónico. Es una aplicación usada en muchas ramas de la ingeniería, además de ser una herramienta sumamente útil en la teoría matemática abstracta. Áreas de aplicación incluyen análisis vibratorio, acústica, óptica, procesamiento de imágenes y señales, y compresión de datos. En ingeniería, para el caso de los sistemas de telecomunicaciones, y a través del uso de los componentes espectrales de frecuencia de una señal dada, se puede optimizar el diseño de un sistema para la señal portadora del mismo. Refiérase al uso de un analizador de espectros.

Las series de Fourier poseen la forma:

$$y(x) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} [a_n \cos(nx) + b_n \sin(nx)]$$

donde a_n y b_n se denominan **coeficientes de Fourier** de la serie de Fourier de la función $y(x)$.

- 33) **Transdisciplina.** La transdisciplina es una ciencia interdisciplinar que se nutre de un conjunto específico de conocimientos conceptualizado en otras disciplinas (lingüística, ciencia del conocimiento y ciencias de la información y ciencias de la comunicación). Así mismo, es una ciencia transdisciplinar porque los productos terminológicos son las piezas de representación lingüística en las que debe apoyarse cualquier campo de conocimiento científico para poder adquirir, generar y transferir el conocimiento específico de cualquier dominio. Eso quiere decir que en el campo del derecho, de la medicina, o de la física, por ejemplo, la disciplina de la terminología desempeña un papel fundamental como proveedora de términos transportadores de conocimiento que median en la comunicación, como identificadora de reglas subyacentes en la generación y relación de los términos, y como método y habilidad de trabajo.

- 34) **Sinapsis.** Las sinapsis (del gr. σύναψις, "enlace") son uniones especializadas mediante las cuales las células del sistema nervioso envían señales de unas a otras y a células no neuronales como las musculares o glandulares. Una sinapsis entre una neurona motora y una célula muscular se denomina unión neuromuscular.

Las sinapsis permiten a las neuronas del sistema nervioso central formar una red de circuitos neuronales. Son cruciales para los procesos biológicos que subyacen bajo la percepción y el pensamiento. También son el sistema mediante el cual el sistema nervioso conecta y controla todos los sistemas del cuerpo.

- 35) **Wavelet.** La transformada *wavelet* (ondículas, ondeletas u onditas) representa una señal en términos de versiones trasladadas y dilatadas de una onda finita (denominada *wavelet* madre).

La teoría de wavelets está relacionada con muy variados campos. Todas las transformaciones *wavelet* pueden ser consideradas formas de representación en tiempo-frecuencia y, por tanto, están relacionadas con el análisis armónico. Las transformadas de *wavelets* son un caso particular de filtro de respuesta finita al impulso. Las *wavelets*, continuas o discretas, como cualquier función L2, responden al principio de incertidumbre de Hilbert (conocido por los físicos como principio de incertidumbre de Heisenberg), el cual establece que el producto de las dispersiones obtenidas en el espacio directo y en el de las frecuencias, no puede ser más pequeña que una cierta constante geométrica. En el caso de las *wavelets* discretas, la dispersión de los coeficientes se ha de medir de acuerdo con la norma l2 (norma 2 de series numerables).

- 36) **Virtualidad.** La posibilidad es lo contrario de lo real. Lo virtual se opone a lo actual. Lo posible no tiene realidad (aunque puede tener actualidad) lo virtual no es actual pero posee realidad. Lo posible es lo que se realiza o no y lo real es a imagen de lo posible que realiza; y como no todos los posibles se realizan entonces la realización es una limitación."Lo virtual entonces no es ni lo que apenas es posible, ni lo que no es real. Pues lo posible aunque es actual, para hacerse realidad requiere de un proceso en tiempo y aún en espacio. Lo virtual ya existe, tiene un grado de realidad (o dicho de otra manera) otra forma de ser real" (Bergson).

CAPÍTULO 3

EL MODELO DE POTENCIAL EVOCADO

3.1 TECNOLOGÍAS DE LA INTERFAZ CEREBRO-COMPUTADOR.

Los sistemas adaptativos complejos, están orientados a la construcción de un interfaz cerebro-computadora-organización-cerebro, con la finalidad de optimizar sistemas isomórficos dentro de la realidad del espacio postmoderno, que cada vez exige más. Este sistema complejo permitirá a un usuario controlar un ordenador u otro dispositivo, simplemente aplicando el pensamiento sistémico.

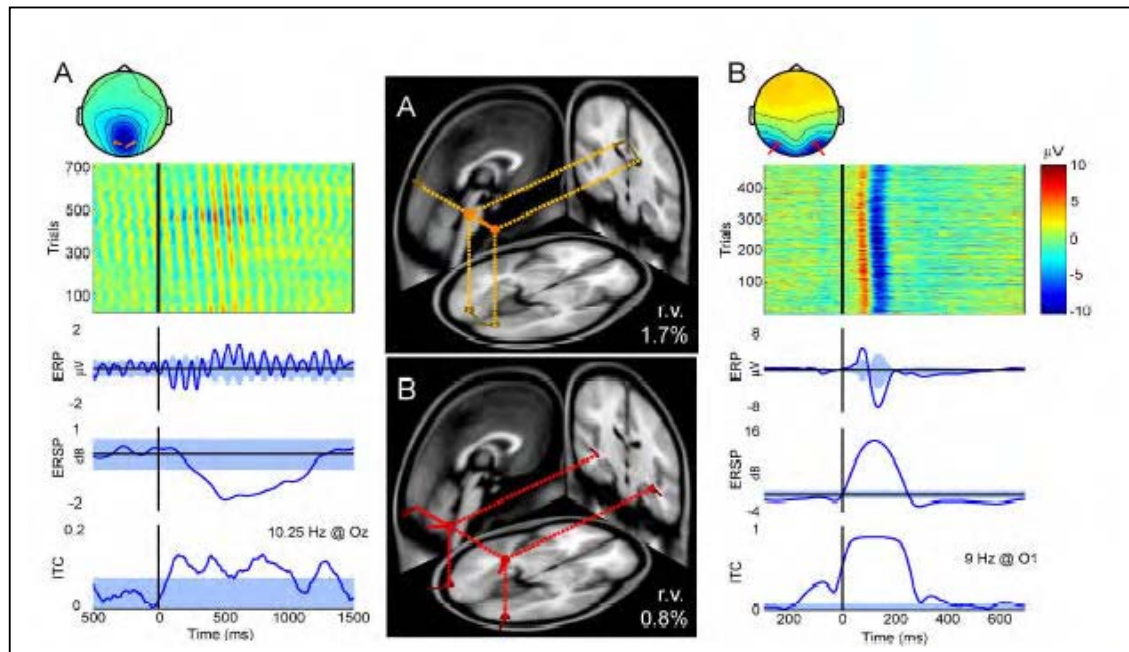
En la construcción del modelo holístico existen retos significativos para lograr el sistema. Esta tesis resume estos retos y documenta nuestro progreso hacia el objetivo final de comunicación y control del sistema de información holística.

Así, el primer paso en un sistema ICeCo consiste en la medición de señales de BEM sin procesar. Estas señales son muy pequeñas y son fácilmente contaminadas por ruido. Hasta hace poco, la medición de BEM requería un sofisticado laboratorio que estuviera aislado de posibles interferencias electromagnéticas (lo que se denomina jaula o cilindro de Faraday).

En nuestro sistema utilizamos la última tecnología en sensores BEM desarrollada por el potencial evocado de la compañía Neuropack. Se trata de sensores denominados activos, que cuentan con amplificadores de señal muy sensibles integrados directamente en el sustrato del sensor. Esto permite que las minúsculas señales BEM se puedan amplificar en el punto de contacto con el cuero cabelludo. La ventaja es que se minimizan los problemas de adición de ruido y no es necesaria una jaula de Faraday.

Los sensores activos requieren por supuesto alimentación eléctrica, que por razones de seguridad es suministrada por una batería de bajo voltaje. Una unidad de interfaz recibe las señales BEM sin procesar, las filtra y las digitaliza antes de enviar el flujo digital de datos a una tarjeta de interfaz en el ordenador, para su procesamiento y análisis adicional. La conexión entre el digitalizador y el ordenador se realiza mediante fibra óptica, no existiendo ninguna conexión eléctrica directa entre los sensores y el ordenador. Nuevamente, esto es debido a razones de seguridad.

Interfaz CeCo



Interfaz CeCo con bregma

Una vez que las señales BEM llegan al ordenador, el trabajo real de procesamiento e interpretación puede comenzar, lo cual constituye la segunda fase del proyecto doctoral en neurociencias. Estamos en la etapa de matematización del modelo para hacerlo más manipulable (ciencias formales, señales computarizadas y ordenadas).

El muestreo de las señales BEM en el ordenador y los módulos de interfaz con el usuario se han desarrollado en el lenguaje de las series de Fourier, utilizando estadística ergódica con tratamiento de nube de puntos y suavizados a una curva de Gauss y su transformada de Fisher- Wright tridimensional. (ver papers science: Difusiones entrelazadas de redes neuronales, Armando Zárate, Perú, 1999)

Se trata de un lenguaje de programación por flujo de datos especialmente adecuado para operaciones en tiempo real e interfaz de bajo nivel con el *hardware* externo como interfaz de señales BEM.

En las series de Fourier, sin embargo, no es muy adecuado para los intensivos cálculos numéricos requeridos por los algoritmos de procesamiento de señal que

interpretan los flujos de señal BEM. Para esta parte se utilizan la matemática fractal y su luego se codifica la señal accediendo a un código de barras.

Hay que señalar que este proyecto doctoral en neurociencias requiere de gran experiencia en programación en tiempo real. Como veremos posteriormente, los algoritmos de procesamiento de señal son muy intensivos computacionalmente, de modo que al implementarlos en *software* hay que procurar hacerlo de la manera más eficiente posible, para que el sistema en su conjunto funcione en tiempo real.

Procesado de señal

El procesamiento de las señales BEM originales y sin filtrar detecta patrones de pensamiento específicos. Estas tareas de procesamiento de señal son la parte más compleja del proyecto y de hecho, es en el desarrollo y refinado de estos algoritmos donde estamos empleando la mayor parte de nuestro tiempo y esfuerzo.

En esta tesis doctoral analizaremos el sistema ICeCo en el contexto de procesar señales neuronales, descomponerlas fractalmente y procesarla, con la finalidad de hallar el orden estándar.

En esta aplicación ICeCo, ya se puede interpretar señales neuronales en el ordenador digital.

En este tipo de ICECO hay cuatro estados de señales neuronales por identificar:

- (1) Se determina las series estándar
- (2) Se proyectan las series estándar
- (3) Se construye la onda neuronal digital
- (4) Se aplica la teoría de interpretación fractal y de qualias.

En nuestro enfoque de captación de señales por potencial evocado hay cuatro etapas en la cadena de procesamiento de señal. Estas son:

- Preprocesado – eliminación inicial de ruido y “limpieza” de las señales.
- Extracción de características – se extraen características importantes de la señal en bruto.
- Clasificación – detección de redes neuronales mentales específicas.
- Entrenamiento – se entrena el sistema con un usuario específico.
- Código de barras.

Explicación detallada de cada uno de los pasos mencionados.

1. Preprocesado de la señal

Como ya se ha mencionado, las señales de BEM en bruto son de una magnitud extremadamente pequeña, por lo que son fácilmente contaminadas por ruido e

interferencias. Es por ello que el primer eslabón en la cadena de procesado consiste en una serie de pasos que pretenden limpiar las señales BEM en bruto y eliminar cualquier componente de interferencia.

Esta etapa consta de varias fases. En primer lugar, las señales de BEM en bruto se tamizan utilizando un filtro pasabanda digital en cada canal. Es bien conocido que las señales BEM sólo contienen información en el rango de frecuencias de 1 a 25 Hertzios, y por tanto, este será el ancho de banda de nuestros filtros preliminares.

Estos filtros tienen la ventaja de eliminar cualquier interferencia de 50 Hertzios procedente de la red eléctrica. Además, el uso de filtros pasabanda nos permite submuestrear la señal BEM desde su frecuencia original de muestreo. Esto se realiza sin pérdida de información y ayuda a que el sistema sea más rápido.

Seguidamente, se aplica un algoritmo de las series de Fourier para eliminar de la señal en bruto de los artefactos no deseados, que son el resultado de la actividad neuronal del usuario. El movimiento de los ojos, parpadeo, la acción de tragar, así como movimientos de las extremidades generan fuertes componentes BEM que enmascaran los componentes generados por las neuronas y por los que se interesa nuestro análisis.

En segundo lugar, para eliminar otros artefactos resultantes de movimientos corporales, se aplica un algoritmo que compara las medias corrientes lentas y rápidas de las diferencias entre los distintos electrodos BEM.

En tercer lugar, es un hecho que muchos componentes de ruido, especialmente aquellos que provienen de fuera del cuerpo humano (por ejemplo máquinas, tráfico, vibraciones etc.) resultan en señales que son comunes a todos los canales BEM.

Sin embargo, nosotros estamos interesados en las variaciones locales entre señales BEM.

Por último, no es infrecuente que uno o más sensores produzcan una salida errónea, generalmente debido a un mal contacto con el cuero cabelludo del usuario, aunque se utiliza gel para electrodos para minimizar este fallo. Para mitigar esto se utiliza un algoritmo de limitación, que elimina aquellos canales que producen señales incorrectas para que éstas no sufran posterior análisis y procesado.

Hay que señalar que normalmente utilizamos del orden de 64 canales en nuestros experimentos, y aunque más sensores generalmente dan mejores resultados en aplicaciones del potencial evocado, hemos observado en algunos casos el control adecuado con tan sólo cuatro sensores.

2. Extracción de características

Este es posiblemente el paso más crítico en el procesado de señal en un sistema PE. El objetivo de este paso es crear una representación manejable y significativa de la señal original BEM, con vistas a maximizar el éxito potencial de la fase de clasificación y a su vez el rendimiento global del sistema. Un segundo objetivo de

la fase de extracción de características es comprimir los datos sin pérdida de información relevante, con el objeto de reducir el número de variables de entrada en la fase de clasificación, para que pueda operar en tiempo real. Existen varios enfoques que se pueden adoptar en la fase de extracción de características y de hecho, encontrar el más apropiado de hacerlo es un objetivo activo de este proyecto.

Un método sencillo de extracción de características es lo que se denomina el método de banda de potencia espectral, que consiste en aplicar cada canal a un banco de cuatro filtros pasabanda digitales.

Estos filtros tienen bandas de paso centradas en las cuatro bandas de frecuencia clásicas en análisis de señal BEM: ondas Delta (0-4 Hz), Theta (4-8 Hz), Alfa (8-13 Hz) y Beta (> 13 Hz). Estas bandas de frecuencia han sido estudiadas durante décadas y se sabe que representan formas interesantes de actividad cerebral. Por ejemplo, un componente alfa fuerte significa que el sujeto está muy relajado. A la salida de estos filtros pasabanda se mide la potencia instantánea utilizando un filtro de medias móviles de ventana deslizante. De esta forma cada canal de señal bruta BEM se transforma en un conjunto de cuatro medidas de potencia que se actualizan periódicamente.

Un segundo método de extracción de características que estamos evaluando es el denominado modelado autorregresivo. Mediante este enfoque intentamos predecir la enésima muestra de la señal a partir de una combinación lineal de un cierto número de muestras anteriores. Los coeficientes del mejor predictor lineal son las características que constituyen la entrada a la fase de clasificación.

Esta es exactamente la misma técnica que se utiliza al comprimir y transmitir señales de voz a través de líneas de telefonía digital. Asimismo, estamos extendiendo la técnica para tratar el aspecto multicanal de los datos BEM, aunque esto se está revelando bastante problemático debido a los intensivos cálculos que se requieren para encontrar un modelo de señal multicanal en tiempo real.

3. Clasificación

La fase de clasificación es la tarea final de procesado. La entrada al clasificador es el conjunto de características extraídas en el paso anterior y la salida es una indicación del estado mental del usuario.

En este caso también estamos experimentando activamente con diferentes métodos de clasificación. Nuestra primera aproximación consistía en utilizar una red neuronal *feedforward* estándar entrenada mediante el algoritmo de retropropagación (*backpropagation*). Para detectar cuatro estados se necesita una red neuronal de al menos dos salidas y, según descubrimos, al menos tres nodos internos. Actualmente estamos comenzando a experimentar con un algoritmo clasificador más versátil denominado dimensión fractal (DF). Se trata de una forma más general de red neuronal con un algoritmo de entrenamiento diferente y más complejo.

Una ventaja de la DF es que parece ser capaz de generalizar sobre datos no vistos mejor de lo que lo hace una red neuronal. Además, la DF tiene propiedades teóricas bien definidas que se adaptan a aplicaciones de reconocimiento de

patrones como la que nos ocupa. El mayor problema con la DF, sin embargo, es su coste computacional. Actualmente estamos trabajando activamente en el desarrollo de algoritmos eficientes de implementación de la DF en tiempo real, lo cual puede o no ser factible en una PC ordinaria. En caso de no serlo, extenderíamos nuestro *hardware* añadiendo una tarjeta dedicada de procesamiento de señal que actuaría como coprocesador.

4. Entrenamiento

Como ya se mencionó anteriormente, cada individuo tiene patrones distintos y por tanto el sistema de PE debe ser entrenado para operar con cada usuario concreto. En la práctica el sistema debe aprender qué características de la señal BEM de cada usuario corresponden a sus diferentes estados mentales. Estas asociaciones se aprenden durante la fase de entrenamiento.

La fase de entrenamiento se desarrolla como sigue:

1. El ordenador selecciona una red neuronal y se lo indica al usuario
2. El usuario se concentra en el estado seleccionado durante unos segundos
3. Durante este tiempo de concentración el ordenador recoge los datos BEM del usuario, los almacena y los etiqueta con el estado mental seleccionado
4. Los datos BEM son procesados y clasificados y el usuario recibe una realimentación sobre el grado de éxito de la clasificación
5. Se vuelve a comenzar en el paso 1 hasta que finaliza la sesión, generalmente unos 15 minutos.

El entrenamiento se repite varias veces durante varios días y si los patrones BEM del usuario son consistentes -normalmente lo son, aunque algunos sujetos son mejores que otros- el sistema ICeCo puede construir una base de datos de ejemplos de datos BEM y actividades mentales correspondientes, que se puede utilizar para entrenar la DF o la red neuronal. Finalmente, tras un entrenamiento satisfactorio, el sistema se puede utilizar en modo operativo, donde el usuario puede directamente controlar el cursor exclusivamente desde su cerebro.

5. Código de barras

Sistema de control de accesos basado en un lector de código de barras tipo código fractal, es a partir de la obtención de señales neuronales del potencial evocado y extracción de la información codificada en estos.

El código de barras almacena información, almacena datos que pueden ser reunidos en él de manera rápida y con una gran precisión, por lo que es una herramienta útil para la trazabilidad de las señales de las redes neuronales.

El código de barras representa la clave para acceder a un registro de alguna base de datos en donde realmente reside la información, o sea, los símbolos contienen una clave que identifica a las personas.



La plasticidad y la estabilidad de la corteza permiten la memoria y el aprendizaje. El lenguaje neuronal consiste en pulsos eléctricos de un centenar de milivoltios.

En el estudio del cerebro, todavía hay muchas más preguntas que respuestas, porque es tan complejo como el universo, y el conocimiento acumulado, aunque enorme, está demasiado fragmentado. Justamente de esta idea de fragmentación nace la idea de codificar los códigos nerviosos en códigos de barras.

A grandes rasgos, como coincide la mayoría de neurocientíficos, plasticidad y estabilidad. Ambas características en las dosis suficientes como para que el aprendizaje y la memoria, dos de los procesos que más diferencian a los humanos del mundo animal, queden anclados en la corteza cerebral. Pero hay más complejidad y sobre todo conectividad, además de neuronas que dependen de la influencia de los genes y del ambiente. La combinación permite visualizar, aunque que sea intuitivamente, cómo se almacena el conocimiento, cómo se genera el pensamiento superior o qué mecanismos participan de las emociones o del movimiento. Es decir, casi todo lo que es capaz de hacer nuestro cerebro salvo una cosa: de dónde emana la conciencia.

Nuestro cerebro es la historia de nuestra vida, ahí se encuentra registrado todos los eventos de nuestra vida. Funcionamos gracias a la existencia de circuitos formados por miles de neuronas que interactúan entre ellas. Esos circuitos se modifican por influencia del entorno, lo que determina cambios constantes, aunque a escala microscópica, en la estructura del cerebro y en unos niveles de actividad que pueden medirse mediante registros eléctricos.

Por tanto, el cerebro es plástico y moldeable, está formado por unidades funcionales igualmente complejas en su funcionamiento pero con cierto carácter universal. Las neuronas, las hay en cualquier animal, desde un insecto a un mamífero; el estudio del cerebro, equipara a la unidad básica de un microprocesador. De esa equivalencia ha tratado de extraer algo parecido al lenguaje eléctrico de las neuronas. Lo define como la suma de pulsos eléctricos, cada uno de ellos de un centenar de milivoltios y una duración de milisegundos,

que forman algo parecido a un código de barras. A través de este lenguaje el cerebro representa un rostro, una letra o una emoción. En él se encuentran los códigos genéticos, nuestra historia, eventos especiales, etc., en ese inmenso y universal cerebro, el cual es el centro de la base de datos de las estructuras bioelectromagnéticas, de millones de millones de impulso eléctricos que están guardados esperando una replicación análoga o semejante de algún evento registrado en algún momento.

Es por eso que la idea intuitiva de generar un código de barras que represente semióticamente algo que esta en el cerebro puede ser captado por la emisión de estructuras en forma de rizomas de impulsos bioelectromagnéticos. Estos impulsos eléctricos, son un lenguaje muy especial, que hay que traducir, interpretar semánticamente, hay que entenderlo. Es por tal razón que considero esta tesis doctoral como una **"traducción"**.

Los experimentos se empezaron con señales neuronales de ratas en el hospital Cayetano Heredia, encontrándose patrones simétricos en el hipotálamo, luego se hicieron experimentos en los hospitales Edgardo Rebagliati y Almenara, con los equipos Neuropack, experimentos en los que en la actualidad tenemos observado hasta 90% de resultados de clasificación correctos en modo operativo.

Nuestro objetivo es mejorar esta cifra. Tenemos noticia de otros grupos que han conseguido unas tasas de éxito superiores a 95% (grupo Pontificia Universidad Católica del Perú), aunque se trataba de discriminación entre dos estados mentales, en lugar de los cuatro que se están utilizando aquí.

Posteriormente, se proyecta procesar la señal a nivel de organizaciones inteligentes y encontrar la conexión necesaria para optimizarlas mediante una serie de experimentos con vistas a mejorar los algoritmos de extracción de características y de clasificación.

Se pretende además hacer de éste un sistema portátil, de manera que podamos hacer trabajo de campo con pacientes reales y personal médico.

Asimismo, estamos explorando nuevas aplicaciones de esta tecnología orientadas a la interfaz ICoOo en operarios de maquinaria, biorealimentación y monitorización de sistemas de producción, rendimientos de maquinaria y determinación de qualias aplicadas a la interpretación de las señales neuronales digitales.

Finalmente, con relación a los sistemas físicos y sistemas sociales, las personas son reacias a pensar que los sistemas físicos y los humanos tienen la misma naturaleza. Aunque los sistemas sociales son más complejos que los físicos, pertenecen a la misma clase de sistemas altamente organizados, realimentados y no lineales.

La idea de sistema social da a entender que las relaciones entre sus partes influyen decisivamente sobre la conducta humana. Un sistema social limita la conducta de los individuos en gran medida. En otras palabras, el concepto de sistemas contradice la creencia de que las personas actúan de forma totalmente libre. De hecho, los individuos son profundamente sensibles a los cambios en sus circunstancias.

En palabras más simples, se diría que un sistema social significa que, en parte, las personas actúan como dientes en el engranaje social y económico. Los individuos representan sus respectivos papeles a la vez que son movidos por la presión impuesta por todo el sistema. La aceptación de la prevalencia de los sistemas sociales sobre los individuos es contraria a nuestra preciada ilusión de que las personas adoptan sus decisiones libremente.

Durante el último siglo, la frontera del progreso humano ha sido la exploración de la ciencia y la tecnología. La ciencia y la tecnología ya no son fronteras, se han integrado en la textura de la actividad cotidiana. Creo que ahora nos estamos embarcando hacia la próxima gran frontera, que conducirá a un entendimiento mucho mejor de los sistemas sociales y económicos.

La interfaz **ICeCo, ICoOr, IOrCe** como un nuevo paradigma dentro del avance de las neurociencias es el objetivo principal de la presente tesis.

ICeCo; logrará la migración de información del cerebro al computador.

ICoOr logrará la migración de información del computador a la organización.

IOrCe logrará la migración de información de la organización al cerebro.

3.2 CODIFICACION DE SEÑALES BIOELECTROMAGNÉTICAS.

Esta teoría de las ondas, afirma que la luz forma parte del extenso campo de las ondas electromagnéticas, de forma simplificada. Imaginemos un modelo de átomo, con su núcleo y sus electrones, algo parecido a un sistema planetario. Los electrones giran en torno a un núcleo formando órbitas, cuando uno de estos electrones es excitado y obligado a abandonar su órbita pasa al nivel inmediato superior (excitado por una energía externa puede ser calor, electricidad o el choque con otros electrones) la energía que para desplazarlo fue necesaria se encuentra en el electrón, el cual está en un nivel más alto de energía, si retorna bruscamente a su órbita original, la energía acumulada por el electrón es liberada en forma de ondas electromagnéticas. Un electrón oscilatorio, es decir, en constante vibración, provoca una perturbación del campo eléctrico, pero, cada variación del campo eléctrico produce una variación del campo magnético esto es una radiación electromagnética. Las ondas electromagnéticas van desde los rayos gamma hasta las ondas radioeléctricas. A un pequeñísimo sector de longitudes de ondas comprendidas entre los 400 y 700 nanómetros, se le conoce con el nombre de luz. La longitud de onda determina el color de la luz. Las ondas comprendidas entre los 400 y los 500 nanómetros las percibimos como azules, las comprendidas entre los 500 y 600 nm como verdes y las de 600 a 700 nm como rojas. La amplitud de la onda electromagnética determina la intensidad de la luz, la frecuencia es el número de vibraciones por segundo, la frecuencia es mayor entre menor sea la longitud de onda.

Para tener una idea de lo que estamos hablando diremos que un manómetro es:

1 manómetro = 0.000,000,0001 metros. Es decir, un manómetro es la mil millonésima parte de un metro, o millonésima parte de un milímetro. También: 1 milímetro = 1,000,000 manómetros.

La teoría corpuscular o fotónica dice, que la luz está compuesta por pequeñas partículas llamadas cuantas, cuantos de luz o fotones. Cuando un átomo, formado por un electrón y un núcleo, el cual esta constituido por un protón y un neutrón en torno a los cuales giran los electrones, es bombardeado por una energía externa afectando directamente al núcleo, el protón de carga positiva, bajo determinadas condiciones, se desintegra dando pie a tres nuevas partículas el neutrón, un electrón sin carga llamado neutrino y un electrón de carga positiva llamado positrón; si un positrón de carga positiva (+) choca con un electrón de carga negativa (-) entonces ambas cargas se neutralizan; La pequeña masa de ambas partículas se transforma en energía, el nuevo paquete de energía consta de dos fotones (cuantas de luz) este proceso es reversible, es decir que pueden regresar a su órbita original, originando así una descarga electromagnética.

Cuando un fotón o cuantas de luz tocan nuestra retina, se trata también de un sistema de transmisión de información⁴⁶

Tabla de relación entre frecuencias y colores percibidos

Color	Longitud de onda	Frecuencia
rojo	~ 625-740 nm	~ 480-405 THz
naranja	~ 590-625 nm	~ 510-480 THz
amarillo	~ 565-590 nm	~ 530-510 THz
verde	~ 520-565 nm	~ 580-530 THz
cian	~ 500-520 nm	~ 600-580 THz
azul	~ 450-500 nm	~ 670-600 THz
añil	~ 430-450 nm	~ 700-670 THz
violeta	~ 380-430 nm	~ 790-700 THz

La tabla siguiente nos muestra la longitud de onda expresado en manómetro.

Color	Longitud de onda	Frecuencia
rojo	~ 625-740 nm	~ 480-405 THz
naranja	~ 590-625 nm	~ 510-480 THz
amarillo	~ 565-590 nm	~ 530-510 THz
verde	~ 520-565 nm	~ 580-530 THz
cian	~ 500-520 nm	~ 600-580 THz
azul	~ 450-500 nm	~ 670-600 THz
añil	~ 430-450 nm	~ 700-670 THz
violeta	~ 380-430 nm	~ 790-700 THz

Luego se detalla en forma secuencial y se clasifican las longitudes de onda del rojo.

ROJO

⁴⁶ ALLEGRE, Claude, *La Derrota de Platón o la Ciencia en el Siglo XX*, Fondo de Cultura Económica, México, 2003

625	650	675	700	725
630	655	680	705	730
635	660	685	710	735
640	665	690	715	740
645	670	695	720	745

Se aplica las series de Fourier y la transformada de Laurent:

1.000000	0.961538	0.925926	0.892857	0.862069	1.000000	1.040000	1.080000	1.120000	1.160000	10.042390
0.992063	0.954198	0.919118	0.886525	0.856164	1.008000	1.048000	1.088000	1.128000	1.168000	10.048069
0.984252	0.946970	0.912409	0.880282	0.850340	1.016000	1.056000	1.096000	1.136000	1.176000	10.054252
0.976563	0.939850	0.905797	0.874126	0.844595	1.024000	1.064000	1.104000	1.144000	1.184000	10.060930
0.968992	0.932836	0.899281	0.868056	0.838926	1.032000	1.072000	1.112000	1.152000	1.192000	10.068090
1.040000	1.000000	0.962963	0.928571	0.896552	0.961538	1.000000	1.038462	1.076923	1.115385	10.020394
1.031746	0.992366	0.955882	0.921986	0.890411	0.969231	1.007692	1.046154	1.084615	1.123077	10.023161
1.023622	0.984848	0.948905	0.915493	0.884354	0.976923	1.015385	1.053846	1.092308	1.130769	10.026453
1.015625	0.977444	0.942029	0.909091	0.878378	0.984615	1.023077	1.061538	1.100000	1.138462	10.030259
1.007752	0.970149	0.935252	0.902778	0.872483	0.992308	1.030769	1.069231	1.107692	1.146154	10.034568
1.080000	1.038462	1.000000	0.964286	0.931034	0.925926	0.962963	1.000000	1.037037	1.074074	10.013782
1.071429	1.030534	0.992647	0.957447	0.924658	0.933333	0.970370	1.007407	1.044444	1.081481	10.013751
1.062992	1.022727	0.985401	0.950704	0.918367	0.940741	0.977778	1.014815	1.051852	1.088889	10.014267
1.054688	1.015038	0.978261	0.944056	0.912162	0.948148	0.985185	1.022222	1.059259	1.096296	10.015315
1.046512	1.007463	0.971223	0.937500	0.906040	0.955556	0.992593	1.029630	1.066667	1.103704	10.016886
1.120000	1.076923	1.037037	1.000000	0.965517	0.892857	0.928571	0.964286	1.000000	1.035714	10.020906
1.111111	1.068702	1.029412	0.992908	0.958904	0.900000	0.935714	0.971429	1.007143	1.042857	10.018180
1.102362	1.060606	1.021898	0.985915	0.952381	0.907143	0.942857	0.978571	1.014286	1.050000	10.016020
1.093750	1.052632	1.014493	0.979021	0.945946	0.914286	0.950000	0.985714	1.021429	1.057143	10.014413
1.085271	1.044776	1.007194	0.972222	0.939597	0.921429	0.957143	0.992857	1.028571	1.064286	10.013347
1.160000	1.115385	1.074074	1.035714	1.000000	0.862069	0.896552	0.931034	0.965517	1.000000	10.040345
1.150794	1.106870	1.066176	1.028369	0.993151	0.868966	0.903448	0.937931	0.972414	1.006897	10.035015
1.141732	1.098485	1.058394	1.021127	0.986395	0.875862	0.910345	0.944828	0.979310	1.013793	10.030271
1.132813	1.090226	1.050725	1.013986	0.979730	0.882759	0.917241	0.951724	0.986207	1.020690	10.026099
1.124031	1.082090	1.043165	1.006944	0.973154	0.889655	0.924138	0.958621	0.993103	1.027586	10.022488
1.008000	0.969231	0.933333	0.900000	0.868966	0.992063	1.031746	1.071429	1.111111	1.150794	10.036672
1.000000	0.961832	0.926471	0.893617	0.863014	1.000000	1.039683	1.079365	1.119048	1.158730	10.041759
0.992126	0.954545	0.919708	0.887324	0.857143	1.007937	1.047619	1.087302	1.126984	1.166667	10.047354
0.984375	0.947368	0.913043	0.881119	0.851351	1.015873	1.055556	1.095238	1.134921	1.174603	10.053448

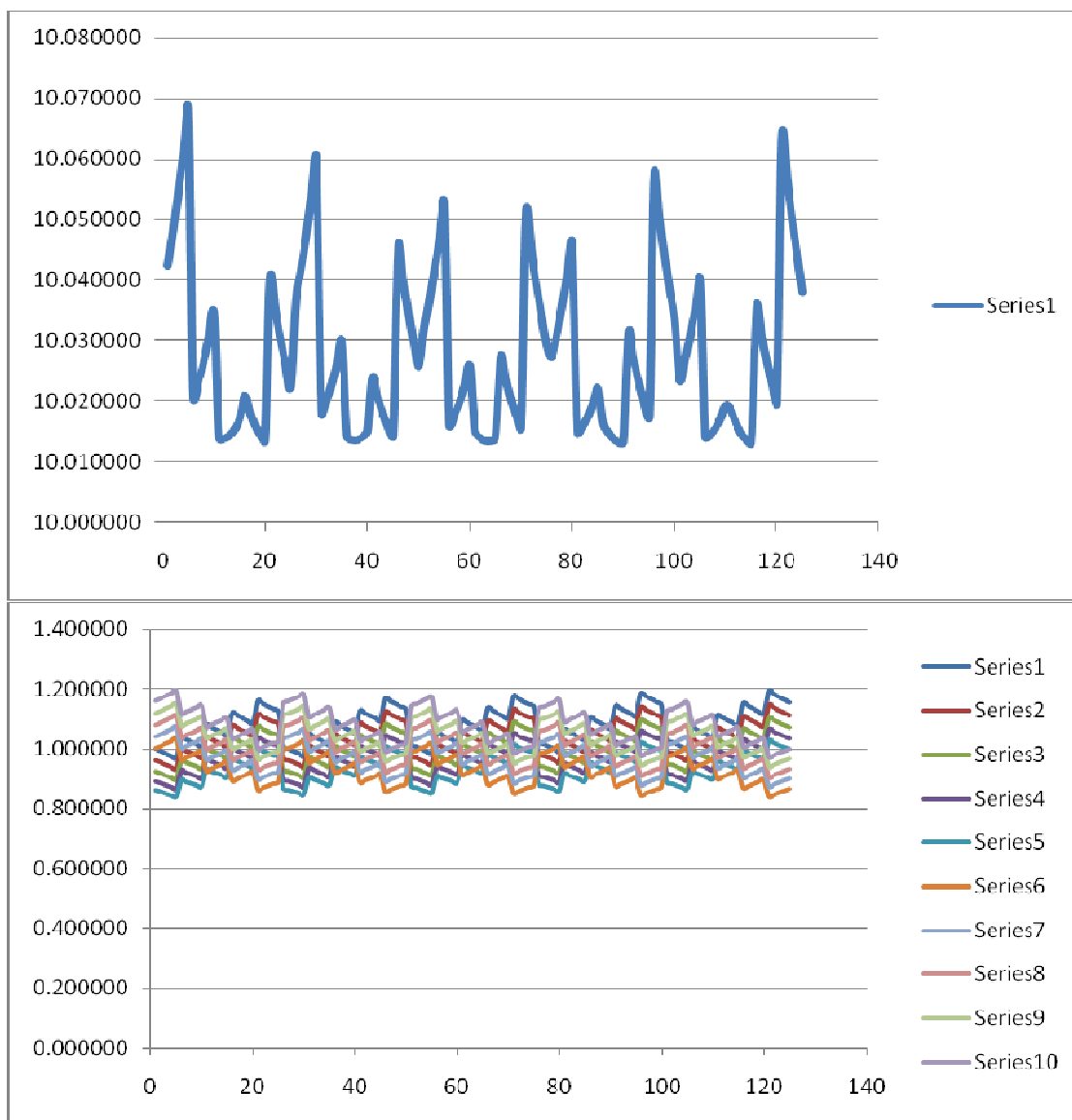
0.976744	0.940299	0.906475	0.875000	0.845638	1.023810	1.063492	1.103175	1.142857	1.182540	10.060028
1.048000	1.007692	0.970370	0.935714	0.903448	0.954198	0.992366	1.030534	1.068702	1.106870	10.017897
1.039683	1.000000	0.963235	0.929078	0.897260	0.961832	1.000000	1.038168	1.076336	1.114504	10.020096
1.031496	0.992424	0.956204	0.922535	0.891156	0.969466	1.007634	1.045802	1.083969	1.122137	10.022824
1.023438	0.984962	0.949275	0.916084	0.885135	0.977099	1.015267	1.053435	1.091603	1.129771	10.026070
1.015504	0.977612	0.942446	0.909722	0.879195	0.984733	1.022901	1.061069	1.099237	1.137405	10.029822
1.088000	1.046154	1.007407	0.971429	0.937931	0.919118	0.955882	0.992647	1.029412	1.066176	10.014156
1.079365	1.038168	1.000000	0.964539	0.931507	0.926471	0.963235	1.000000	1.036765	1.073529	10.013579
1.070866	1.030303	0.992701	0.957746	0.925170	0.933824	0.970588	1.007353	1.044118	1.080882	10.013551
1.062500	1.022556	0.985507	0.951049	0.918919	0.941176	0.977941	1.014706	1.051471	1.088235	10.014061
1.054264	1.014925	0.978417	0.944444	0.912752	0.948529	0.985294	1.022059	1.058824	1.095588	10.015096
1.128000	1.084615	1.044444	1.007143	0.972414	0.886525	0.921986	0.957447	0.992908	1.028369	10.023851
1.119048	1.076336	1.036765	1.000000	0.965753	0.893617	0.929078	0.964539	1.000000	1.035461	10.020597
1.110236	1.068182	1.029197	0.992958	0.959184	0.900709	0.936170	0.971631	1.007092	1.042553	10.017913
1.101563	1.060150	1.021739	0.986014	0.952703	0.907801	0.943262	0.978723	1.014184	1.049645	10.015786
1.093023	1.052239	1.014388	0.979167	0.946309	0.914894	0.950355	0.985816	1.021277	1.056738	10.014204
1.168000	1.123077	1.081481	1.042857	1.006897	0.856164	0.890411	0.924658	0.958904	0.993151	10.045600
1.158730	1.114504	1.073529	1.035461	1.000000	0.863014	0.897260	0.931507	0.965753	1.000000	10.039759
1.149606	1.106061	1.065693	1.028169	0.993197	0.869863	0.904110	0.938356	0.972603	1.006849	10.034507
1.140625	1.097744	1.057971	1.020979	0.986486	0.876712	0.910959	0.945205	0.979452	1.013699	10.029833
1.131783	1.089552	1.050360	1.013889	0.979866	0.883562	0.917808	0.952055	0.986301	1.020548	10.025724
1.016000	0.976923	0.940741	0.907143	0.875862	0.984252	1.023622	1.062992	1.102362	1.141732	10.031629
1.007937	0.969466	0.933824	0.900709	0.869863	0.992126	1.031496	1.070866	1.110236	1.149606	10.036129
1.000000	0.962121	0.927007	0.894366	0.863946	1.000000	1.039370	1.078740	1.118110	1.157480	10.041141
0.992188	0.954887	0.920290	0.888112	0.858108	1.007874	1.047244	1.086614	1.125984	1.165354	10.046655
0.984496	0.947761	0.913669	0.881944	0.852349	1.015748	1.055118	1.094488	1.133858	1.173228	10.052661
1.056000	1.015385	0.977778	0.942857	0.910345	0.946970	0.984848	1.022727	1.060606	1.098485	10.016001
1.047619	1.007634	0.970588	0.936170	0.904110	0.954545	0.992424	1.030303	1.068182	1.106061	10.017636
1.039370	1.000000	0.963504	0.929577	0.897959	0.962121	1.000000	1.037879	1.075758	1.113636	10.019804
1.031250	0.992481	0.956522	0.923077	0.891892	0.969697	1.007576	1.045455	1.083333	1.121212	10.022494
1.023256	0.985075	0.949640	0.916667	0.885906	0.977273	1.015152	1.053030	1.090909	1.128788	10.025695
1.096000	1.053846	1.014815	0.978571	0.944828	0.912409	0.948905	0.985401	1.021898	1.058394	10.015067
1.087302	1.045802	1.007353	0.971631	0.938356	0.919708	0.956204	0.992701	1.029197	1.065693	10.013947
1.078740	1.037879	1.000000	0.964789	0.931973	0.927007	0.963504	1.000000	1.036496	1.072993	10.013380
1.070313	1.030075	0.992754	0.958042	0.925676	0.934307	0.970803	1.007299	1.043796	1.080292	10.013355
1.062016	1.022388	0.985612	0.951389	0.919463	0.941606	0.978102	1.014599	1.051095	1.087591	10.013860
1.136000	1.092308	1.051852	1.014286	0.979310	0.880282	0.915493	0.950704	0.985915	1.021127	10.027277
1.126984	1.083969	1.044118	1.007092	0.972603	0.887324	0.922535	0.957746	0.992958	1.028169	10.023499

1.118110	1.075758	1.036496	1.000000	0.965986	0.894366	0.929577	0.964789	1.000000	1.035211	10.020294
1.109375	1.067669	1.028986	0.993007	0.959459	0.901408	0.936620	0.971831	1.007042	1.042254	10.017651
1.100775	1.059701	1.021583	0.986111	0.953020	0.908451	0.943662	0.978873	1.014085	1.049296	10.015557
1.176000	1.130769	1.088889	1.050000	1.013793	0.850340	0.884354	0.918367	0.952381	0.986395	10.051288
1.166667	1.122137	1.080882	1.042553	1.006849	0.857143	0.891156	0.925170	0.959184	0.993197	10.044939
1.157480	1.113636	1.072993	1.035211	1.000000	0.863946	0.897959	0.931973	0.965986	1.000000	10.039185
1.148438	1.105263	1.065217	1.027972	0.993243	0.870748	0.904762	0.938776	0.972789	1.006803	10.034011
1.139535	1.097015	1.057554	1.020833	0.986577	0.877551	0.911565	0.945578	0.979592	1.013605	10.029405
1.024000	0.984615	0.948148	0.914286	0.882759	0.976563	1.015625	1.054688	1.093750	1.132813	10.027245
1.015873	0.977099	0.941176	0.907801	0.876712	0.984375	1.023438	1.062500	1.101563	1.140625	10.031162
1.007874	0.969697	0.934307	0.901408	0.870748	0.992188	1.031250	1.070313	1.109375	1.148438	10.035597
1.000000	0.962406	0.927536	0.895105	0.864865	1.000000	1.039063	1.078125	1.117188	1.156250	10.040537
0.992248	0.955224	0.920863	0.888889	0.859060	1.007813	1.046875	1.085938	1.125000	1.164063	10.045972
1.064000	1.023077	0.985185	0.950000	0.917241	0.939850	0.977444	1.015038	1.052632	1.090226	10.014691
1.055556	1.015267	0.977941	0.943262	0.910959	0.947368	0.984962	1.022556	1.060150	1.097744	10.015767
1.047244	1.007576	0.970803	0.936620	0.904762	0.954887	0.992481	1.030075	1.067669	1.105263	10.017380
1.039063	1.000000	0.963768	0.930070	0.898649	0.962406	1.000000	1.037594	1.075188	1.112782	10.019519
1.031008	0.992537	0.956835	0.923611	0.892617	0.969925	1.007519	1.045113	1.082707	1.120301	10.022172
1.104000	1.061538	1.022222	0.985714	0.951724	0.905797	0.942029	0.978261	1.014493	1.050725	10.016503
1.095238	1.053435	1.014706	0.978723	0.945205	0.913043	0.949275	0.985507	1.021739	1.057971	10.014844
1.086614	1.045455	1.007299	0.971831	0.938776	0.920290	0.956522	0.992754	1.028986	1.065217	10.013743
1.078125	1.037594	1.000000	0.965035	0.932432	0.927536	0.963768	1.000000	1.036232	1.072464	10.013186
1.069767	1.029851	0.992806	0.958333	0.926174	0.934783	0.971014	1.007246	1.043478	1.079710	10.013164
1.144000	1.100000	1.059259	1.021429	0.986207	0.874126	0.909091	0.944056	0.979021	1.013986	10.031174
1.134921	1.091603	1.051471	1.014184	0.979452	0.881119	0.916084	0.951049	0.986014	1.020979	10.026875
1.125984	1.083333	1.043796	1.007042	0.972789	0.888112	0.923077	0.958042	0.993007	1.027972	10.023154
1.117188	1.075188	1.036232	1.000000	0.966216	0.895105	0.930070	0.965035	1.000000	1.034965	10.019998
1.108527	1.067164	1.028777	0.993056	0.959732	0.902098	0.937063	0.972028	1.006993	1.041958	10.017395
1.184000	1.138462	1.096296	1.057143	1.020690	0.844595	0.878378	0.912162	0.945946	0.979730	10.057401
1.174603	1.129771	1.088235	1.049645	1.013699	0.851351	0.885135	0.918919	0.952703	0.986486	10.050548
1.165354	1.121212	1.080292	1.042254	1.006803	0.858108	0.891892	0.925676	0.959459	0.993243	10.044293
1.156250	1.112782	1.072464	1.034965	1.000000	0.864865	0.898649	0.932432	0.966216	1.000000	10.038623
1.147287	1.104478	1.064748	1.027778	0.993289	0.871622	0.905405	0.939189	0.972973	1.006757	10.033525
1.032000	0.992308	0.955556	0.921429	0.889655	0.968992	1.007752	1.046512	1.085271	1.124031	10.023505
1.023810	0.984733	0.948529	0.914894	0.883562	0.976744	1.015504	1.054264	1.093023	1.131783	10.026845
1.015748	0.977273	0.941606	0.908451	0.877551	0.984496	1.023256	1.062016	1.100775	1.139535	10.030706
1.007813	0.969925	0.934783	0.902098	0.871622	0.992248	1.031008	1.069767	1.108527	1.147287	10.035077
1.000000	0.962687	0.928058	0.895833	0.865772	1.000000	1.038760	1.077519	1.116279	1.155039	10.039946

1.072000	1.030769	0.992593	0.957143	0.924138	0.932836	0.970149	1.007463	1.044776	1.082090	10.013956
1.063492	1.022901	0.985294	0.950355	0.917808	0.940299	0.977612	1.014925	1.052239	1.089552	10.014477
1.055118	1.015152	0.978102	0.943662	0.911565	0.947761	0.985075	1.022388	1.059701	1.097015	10.015539
1.046875	1.007519	0.971014	0.937063	0.905405	0.955224	0.992537	1.029851	1.067164	1.104478	10.017130
1.038760	1.000000	0.964029	0.930556	0.899329	0.962687	1.000000	1.037313	1.074627	1.111940	10.019240
1.112000	1.069231	1.029630	0.992857	0.958621	0.899281	0.935252	0.971223	1.007194	1.043165	10.018453
1.103175	1.061069	1.022059	0.985816	0.952055	0.906475	0.942446	0.978417	1.014388	1.050360	10.016259
1.094488	1.053030	1.014599	0.978873	0.945578	0.913669	0.949640	0.985612	1.021583	1.057554	10.014626
1.085938	1.045113	1.007246	0.972028	0.939189	0.920863	0.956835	0.992806	1.028777	1.064748	10.013543
1.077519	1.037313	1.000000	0.965278	0.932886	0.928058	0.964029	1.000000	1.035971	1.071942	10.012996
1.152000	1.107692	1.066667	1.028571	0.993103	0.868056	0.902778	0.937500	0.972222	1.006944	10.035534
1.142857	1.099237	1.058824	1.021277	0.986301	0.875000	0.909722	0.944444	0.979167	1.013889	10.030718
1.133858	1.090909	1.051095	1.014085	0.979592	0.881944	0.916667	0.951389	0.986111	1.020833	10.026483
1.125000	1.082707	1.043478	1.006993	0.972973	0.888889	0.923611	0.958333	0.993056	1.027778	10.022818
1.116279	1.074627	1.035971	1.000000	0.966443	0.895833	0.930556	0.965278	1.000000	1.034722	10.019709
1.192000	1.146154	1.103704	1.064286	1.027586	0.838926	0.872483	0.906040	0.939597	0.973154	10.063931
1.182540	1.137405	1.095588	1.056738	1.020548	0.845638	0.879195	0.912752	0.946309	0.979866	10.056576
1.173228	1.128788	1.087591	1.049296	1.013605	0.852349	0.885906	0.919463	0.953020	0.986577	10.049824
1.164063	1.120301	1.079710	1.041958	1.006757	0.859060	0.892617	0.926174	0.959732	0.993289	10.043661
1.155039	1.111940	1.071942	1.034722	1.000000	0.865772	0.899329	0.932886	0.966443	1.000000	10.038073
134.85924	129.74974	125.01332	120.61056	116.50738	116.19856	120.77330	125.34805	129.92280	134.49754	1253.48049

ESTE NÚMERO ES EL
RESULTANTE DEL
CÓDIGO NERVIOSO
QUE LUEGO SE
CONVIERTE EN
CODIGO DE BARRAS:

1253.48049



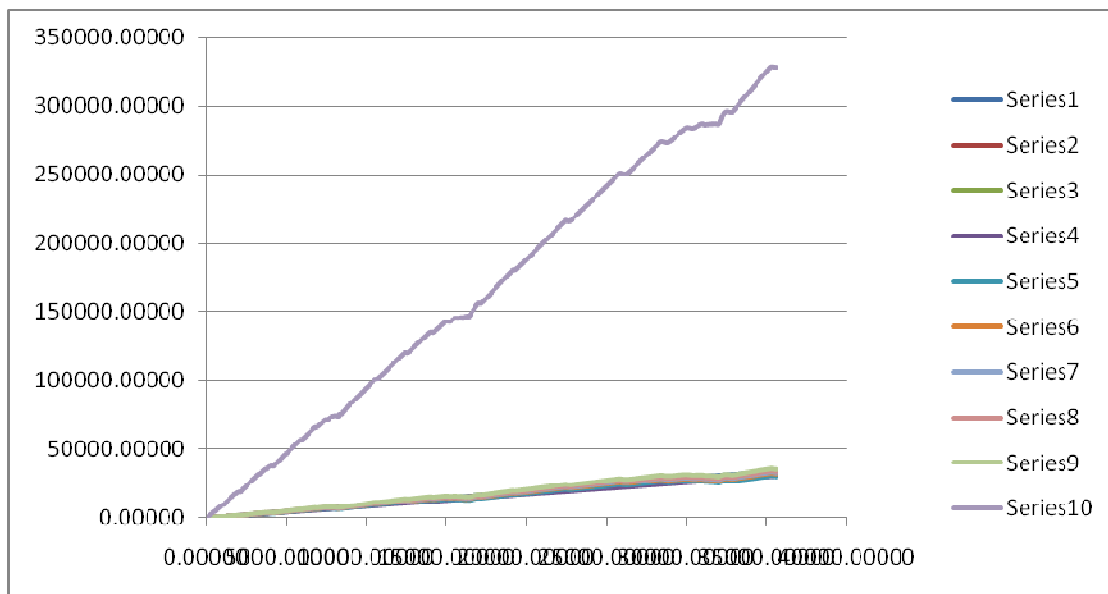
Se fractalizan las series de Fourier:

5.08000	4.88462	4.70370	4.53571	4.37931	4.92187	5.11875	5.31562	5.51249	5.70937	50.16144
5.03968	4.84733	4.66912	4.50355	4.34932	4.96125	5.15812	5.35499	5.55187	5.74874	50.18396
5.00000	4.81061	4.63504	4.47183	4.31973	5.00062	5.19749	5.39437	5.59124	5.78812	50.20905
4.96094	4.77444	4.60145	4.44056	4.29054	5.04000	5.23687	5.43374	5.63062	5.82749	50.23665
4.92248	4.73881	4.56835	4.40972	4.26174	5.07937	5.27624	5.47312	5.66999	5.86687	50.26670
5.28000	5.07692	4.88889	4.71429	4.55172	4.73539	4.92481	5.11422	5.30364	5.49305	50.08294
5.23810	5.03817	4.85294	4.68085	4.52055	4.77328	4.96269	5.15211	5.34152	5.53094	50.09114

5.19685	5.00000	4.81752	4.64789	4.48980	4.81116	5.00057	5.18999	5.37941	5.56882	50.10200
5.15625	4.96241	4.78261	4.61538	4.45946	4.84904	5.03846	5.22787	5.41729	5.60670	50.11547
5.11628	4.92537	4.74820	4.58333	4.42953	4.88692	5.07634	5.26576	5.45517	5.64459	50.13150
5.48000	5.26923	5.07407	4.89286	4.72414	4.56253	4.74503	4.92753	5.11003	5.29253	50.07796
5.43651	5.22901	5.03676	4.85816	4.69178	4.59903	4.78153	4.96403	5.14653	5.32904	50.07238
5.39370	5.18939	5.00000	4.82394	4.65986	4.63553	4.81803	5.00053	5.18303	5.36554	50.06957
5.35156	5.15038	4.96377	4.79021	4.62838	4.67203	4.85453	5.03703	5.21953	5.40204	50.06946
5.31008	5.11194	4.92806	4.75694	4.59732	4.70853	4.89103	5.07353	5.25603	5.43854	50.07200
5.68000	5.46154	5.25926	5.07143	4.89655	4.40185	4.57792	4.75399	4.93007	5.10614	50.13874
5.63492	5.41985	5.22059	5.03546	4.86301	4.43706	4.61313	4.78921	4.96528	5.14136	50.11987
5.59055	5.37879	5.18248	5.00000	4.82993	4.47227	4.64835	4.82442	5.00050	5.17657	50.10386
5.54688	5.33835	5.14493	4.96503	4.79730	4.50749	4.68356	4.85964	5.03571	5.21178	50.09067
5.50388	5.29851	5.10791	4.93056	4.76510	4.54270	4.71878	4.89485	5.07093	5.24700	50.08021
5.88000	5.65385	5.44444	5.25000	5.06897	4.25209	4.42218	4.59226	4.76235	4.93243	50.25857
5.83333	5.61069	5.40441	5.21277	5.03425	4.28611	4.45619	4.62628	4.79636	4.96645	50.22684
5.78740	5.56818	5.36496	5.17606	5.00000	4.32013	4.49021	4.66030	4.83038	5.00046	50.19808
5.74219	5.52632	5.32609	5.13986	4.96622	4.35414	4.52423	4.69431	4.86440	5.03448	50.17223
5.69767	5.48507	5.28777	5.10417	4.93289	4.38816	4.55825	4.72833	4.89841	5.06850	50.14922
4.08000	3.92308	3.77778	3.64286	3.51724	3.92187	4.07875	4.23562	4.39249	4.54937	40.11905
4.04762	3.89313	3.75000	3.61702	3.49315	3.95325	4.11012	4.26699	4.42387	4.58074	40.13589
4.01575	3.86364	3.72263	3.59155	3.46939	3.98462	4.14149	4.29837	4.45524	4.61212	40.15480
9.06438	8.71920	8.39936	8.10215	7.82526	8.93787	9.29161	9.64536	9.99911	10.35286	90.33716
8.99317	8.65330	8.33818	8.04521	7.77213	9.00862	9.36236	9.71611	10.06986	10.42361	90.38257
9.24000	8.88753	8.56096	8.25755	7.97490	8.77447	9.12230	9.47013	9.81796	10.16579	90.27160
9.16729	8.82024	8.49851	8.19942	7.92068	8.84404	9.19187	9.53970	9.88753	10.23536	90.30462
9.09571	8.75396	8.43696	8.14212	7.86719	8.91361	9.26143	9.60926	9.95709	10.30492	90.34224
9.42063	9.06189	8.72947	8.42058	8.13281	8.59982	8.94019	9.28056	9.62093	9.96130	90.16815
9.34662	8.99339	8.66589	8.36141	8.07759	8.66789	9.00826	9.34863	9.68900	10.02937	90.18807
9.59685	9.23077	8.89159	8.57646	8.28290	8.44776	8.78264	9.11752	9.45240	9.78728	90.16618
9.52133	9.16088	8.82673	8.51609	8.22658	8.51474	8.84962	9.18450	9.51938	9.85426	90.17410
9.44699	9.09204	8.76280	8.45657	8.17103	8.58171	8.91659	9.25147	9.58635	9.92123	90.18680
9.77688	9.40457	9.05958	8.73901	8.44035	8.28641	8.61438	8.94234	9.27031	9.59827	90.13211
9.70007	9.33349	8.99360	8.67760	8.38306	8.35201	8.67997	9.00794	9.33590	9.66387	90.12750
9.95370	9.57401	9.22222	8.89537	8.59090	8.14452	8.46738	8.79024	9.11310	9.43596	90.18740
9.87537	9.50152	9.15494	8.83276	8.53249	8.20909	8.53195	8.85481	9.17767	9.50053	90.17115
9.79827	9.43012	9.08864	8.77103	8.47487	8.27366	8.59652	8.91938	9.24224	9.56511	90.15985
10.13313	9.74725	9.38969	9.05744	8.74790	7.99505	8.31148	8.62792	8.94435	9.26078	90.21499
10.05353	9.67358	9.32131	8.99379	8.68852	8.05834	8.37477	8.69120	9.00764	9.32407	90.18673

10.31055	9.91725	9.55285	9.21429	8.89890	7.86230	8.17397	8.48565	8.79732	9.10900	90.32208
10.22941	9.84216	9.48316	9.14943	8.83839	7.92463	8.23631	8.54798	8.85966	9.17133	90.28249
10.14955	9.76820	9.41448	9.08549	8.77871	7.98697	8.29864	8.61032	8.92199	9.23367	90.24802
10.48938	10.08994	9.71981	9.37587	9.05545	7.72348	8.02916	8.33485	8.64053	8.94622	90.40469
10.40698	10.01367	9.64902	9.30999	8.99398	7.78462	8.09030	8.39599	8.70167	9.00736	90.35356
8.85940	8.52203	8.20941	7.91891	7.64828	7.24993	7.53721	7.82449	8.11176	8.39904	80.28046
8.78981	8.45761	8.14962	7.86326	7.59635	7.30739	7.59467	7.88194	8.16922	8.45649	80.26636
8.72130	8.39417	8.09069	7.80839	7.54513	7.36484	7.65212	7.93940	8.22667	8.51395	80.25666
12.16000	11.69491	11.26409	10.86389	10.49115	11.84386	12.31480	12.78575	13.25669	13.72763	120.40276
12.06405	11.60613	11.18171	10.78723	10.41965	11.93805	12.40899	12.87993	13.35088	13.82182	120.45844
12.20775	11.74347	11.31322	10.91338	10.54084	11.80490	12.27143	12.73797	13.20450	13.67104	120.40850
17.19198	16.53944	15.93463	15.37249	14.84867	16.82007	17.48348	18.14689	18.81030	19.47372	170.62169
17.05738	16.41483	15.81894	15.26479	14.74816	16.95275	17.61617	18.27958	18.94299	19.60640	170.70199
17.63719	16.96445	16.34116	15.76204	15.22257	16.39719	17.04722	17.69725	18.34729	18.99732	170.41368
17.49841	16.83602	16.22195	15.65111	15.11908	16.52720	17.17723	17.82726	18.47729	19.12732	170.46287
17.60456	16.93857	16.32114	15.74715	15.21216	16.44225	17.08819	17.73414	18.38008	19.02603	170.49427
17.86259	17.18460	16.55619	15.97213	15.42788	16.18809	16.82657	17.46506	18.10354	18.74203	170.32868
17.72274	17.05513	16.43599	15.86023	15.32345	16.31578	16.95427	17.59275	18.23124	18.86972	170.36131
18.31123	17.61278	16.96567	16.36442	15.80433	15.79300	16.41908	17.04516	17.67124	18.29732	170.28423
18.16714	17.47944	16.84191	16.24925	15.69689	15.91821	16.54430	17.17038	17.79646	18.42254	170.28650
18.27269	17.58143	16.94058	16.34480	15.78951	15.83971	16.46199	17.08427	17.70655	18.32883	170.35035
18.53320	17.82975	17.17776	16.57177	16.00709	15.60189	16.21725	16.83262	17.44798	18.06335	170.28266
18.38810	17.69543	17.05304	16.45567	15.89874	15.72496	16.34032	16.95569	17.57105	18.18642	170.26943
18.98526	18.26111	17.59018	16.96680	16.38610	15.23177	15.83560	16.43943	17.04326	17.64710	170.38661
18.83587	18.12286	17.46186	16.84739	16.27470	15.35253	15.95637	16.56020	17.16403	17.76786	170.34368
18.94082	18.22429	17.56001	16.94246	16.36687	15.27980	15.88009	16.48038	17.08067	17.68095	170.43633
19.20381	18.47491	17.79933	17.17141	16.58630	15.05667	15.65053	16.24439	16.83825	17.43212	170.45772
19.05346	18.33572	17.67010	17.05111	16.47403	15.17544	15.76930	16.36317	16.95703	17.55089	170.40025
19.65930	18.90944	18.21469	17.56918	16.96786	14.70907	15.29218	15.87529	16.45841	17.04152	170.69694
19.50461	18.76628	18.08182	17.44553	16.85251	14.82569	15.40880	15.99192	16.57503	17.15814	170.61033
17.99295	17.31331	16.68315	16.09726	15.55112	14.25265	14.81223	15.37181	15.93139	16.49098	160.49685
18.27125	17.57808	16.93560	16.33843	15.78194	14.03874	14.59233	15.14593	15.69952	16.25311	160.63493
18.12827	17.44572	16.81270	16.22401	15.67516	14.14946	14.70305	15.25664	15.81023	16.36382	160.56908
20.02721	19.26205	18.55321	17.89469	17.28131	18.08592	18.80477	19.52362	20.24247	20.96131	190.63657
19.86936	19.11598	18.41765	17.76855	17.16365	18.22969	18.94854	19.66739	20.38624	21.10508	190.67214
19.87304	19.12225	18.42613	17.77892	17.17563	18.22277	18.93870	19.65464	20.37057	21.08650	190.64915
28.30436	27.22672	26.22813	25.30021	24.43571	27.70939	28.80586	29.90234	30.99881	32.09528	281.00681
28.08206	27.02096	26.03714	25.12245	24.26985	27.92868	29.02516	30.12163	31.21811	32.31458	281.14062

28.81369	27.71544	26.69785	25.75234	24.87152	27.23239	28.31108	29.38977	30.46845	31.54714	280.79968
33.66713	32.39038	31.20694	30.10694	29.08185	32.37000	33.64556	34.92112	36.19669	37.47225	331.05886
33.56594	32.29956	31.12527	30.03337	29.01549	32.48260	33.75545	35.02831	36.30117	37.57403	331.18119
34.41248	33.10325	31.89000	30.76254	29.71210	31.66557	32.91759	34.16961	35.42163	36.67365	330.72841
34.14241	32.85327	31.65794	30.54655	29.51056	31.91597	33.16799	34.42001	35.67203	36.92405	330.81080
34.84547	33.52128	32.29406	31.15353	30.09081	31.30094	32.53647	33.77200	35.00753	36.24306	330.76514
34.96771	33.64165	32.41249	31.27000	30.20531	31.16469	32.39276	33.62083	34.84890	36.07697	330.60132
34.85943	33.54425	32.32472	31.19075	30.13365	31.27521	32.50076	33.72632	34.95187	36.17742	330.68438
35.71744	34.35857	33.09931	31.92910	30.83882	30.50756	31.71380	32.92003	34.12626	35.33250	330.54339
35.43713	34.09911	32.85846	31.70492	30.62964	30.74881	31.95504	33.16128	34.36751	35.57374	330.53564
36.14858	34.77488	33.50177	32.31860	31.21615	30.17007	31.36097	32.55187	33.74277	34.93367	330.71931
36.26830	34.89291	33.61804	32.43305	31.32876	30.04597	31.22995	32.41394	33.59793	34.78192	330.61078
36.15292	34.78895	33.52417	32.34813	31.25181	30.15442	31.33606	32.51770	33.69934	34.88098	330.65447
37.02241	35.61389	34.30862	33.09566	31.96555	29.43129	30.59497	31.75865	32.92234	34.08602	330.79940
36.73186	35.34495	34.05897	32.86329	31.74872	29.66403	30.82771	31.99139	33.15507	34.31875	330.70474
37.45168	36.02847	34.70948	33.48367	32.34149	29.11812	30.26751	31.41689	32.56628	33.71567	331.09926
37.56888	36.14418	34.82359	33.59611	32.45222	29.00481	30.14777	31.29073	32.43369	33.57665	331.03865
36.02241	34.66442	33.40510	32.23408	31.14239	28.45153	29.56591	30.68029	31.79467	32.90905	320.86985
36.91467	35.51043	34.20911	32.99981	31.87309	27.76344	28.86108	29.95872	31.05636	32.15400	321.30071
36.62501	35.24230	33.96021	32.76814	31.65692	27.98296	29.08061	30.17825	31.27589	32.37353	321.14381
37.02016	35.61295	34.30882	33.09684	31.96757	31.33858	32.57794	33.81731	35.05667	36.29604	341.09288
37.14835	35.73884	34.43239	33.21809	32.08653	31.26062	32.49400	33.72738	34.96075	36.19413	341.26109
36.93732	35.54489	34.25364	33.05293	31.93355	31.43238	32.66431	33.89624	35.12817	36.36010	341.20355
47.27602	45.47350	43.80340	42.25164	40.80607	44.84794	46.62567	48.40340	50.18113	51.95885	461.62762
46.90417	45.12937	43.48399	41.95438	40.52874	45.20349	46.98122	48.75895	50.53667	52.31440	461.79538
47.64767	45.83770	44.16022	42.60119	41.14850	44.49276	46.24978	48.00681	49.76384	51.52086	461.42932
60.94048	58.62456	56.47824	54.48354	52.62494	59.10946	61.44391	63.77835	66.11279	68.44723	602.04350
60.54400	58.25898	56.14018	54.17011	52.33362	59.50548	61.83858	64.17168	66.50478	68.83788	602.30531
62.13092	59.76526	57.57315	55.53616	53.63841	57.98492	60.27939	62.57387	64.86834	67.16282	601.51324
66.72292	64.19820	61.85758	59.68166	57.65363	63.36568	65.85703	68.34838	70.83973	73.33108	651.85591



La codificación obtenidas por series de Fourier se llevan a código de barras. En este punto la investigación proporciona como aporte una manera de ordenar y organizar la sociedad a través de la obtención de la señal neuronal por potencial evocado, codificarla matemáticamente y luego transforma en un código de barras para uso universal.

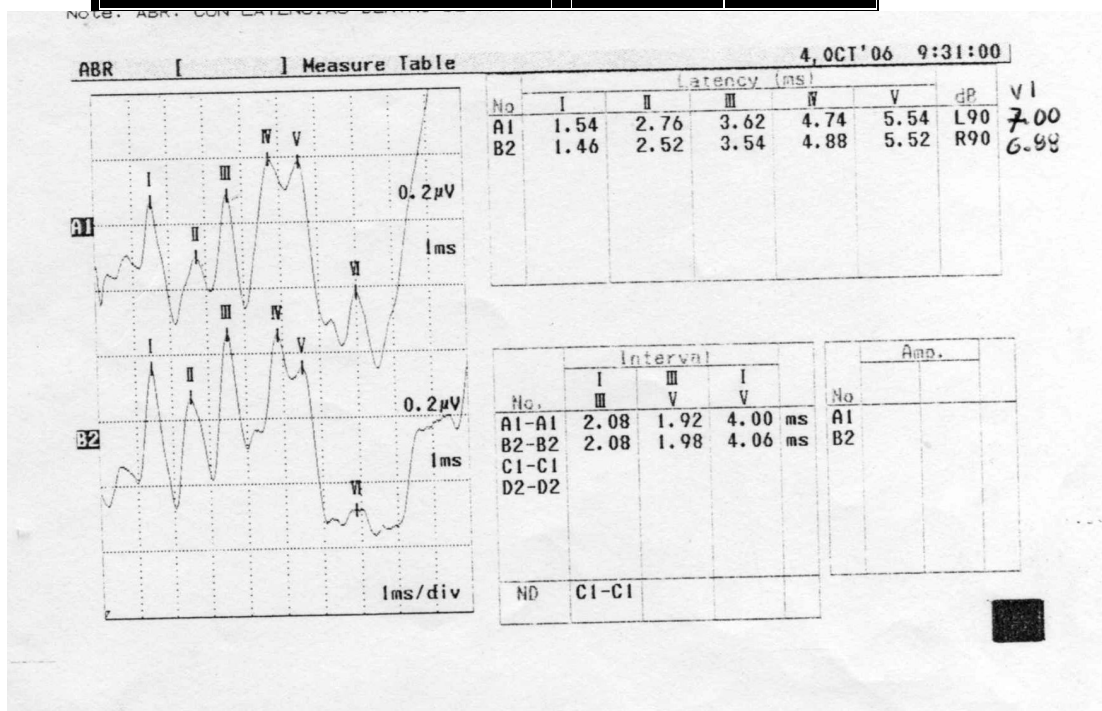


Quedando de esta manera las longitudes de onda codificadas y por lo tanto se ponen las bases de la codificación de las redes neuronales sociales.

3.3 CODIFICACIÓN DEL POTENCIAL EVOCADO.

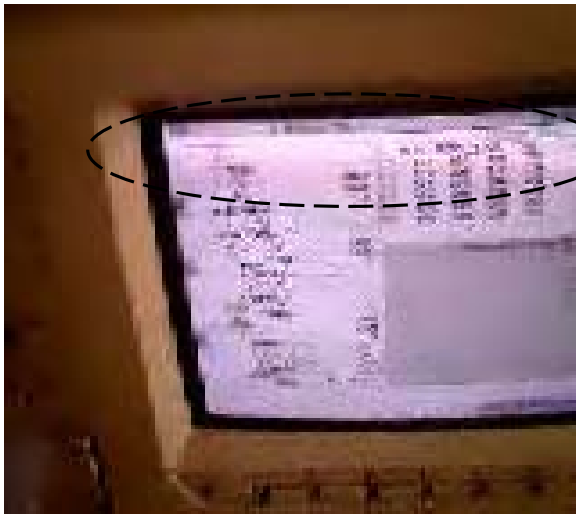
Examen de potencial evocado, tomado en el Hospital Almenara por el Dr. Marcos Huertas.

Día: 4 de octubre de 2006		
Hora: 9.31 h		
Paciente: xxxxxxxxxxxxxxxxx	sexo: M	
Edad: 23 años		
Doctor: Marco Huertas		

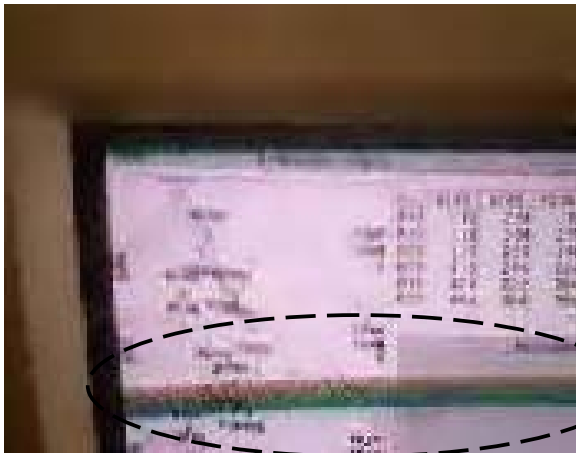


Datos seleccionados

	I	II	III	IV	V	VI
A1	1.56	2.76	3.62	4.74	5.54	7.00
B2	1.46	2.52	3.54	4.88	5.52	6.88



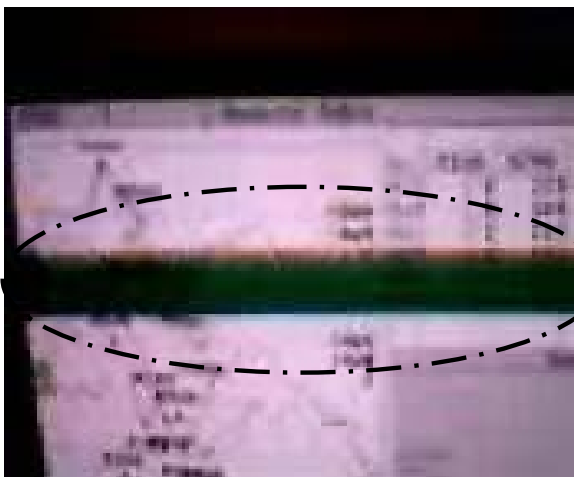
En esta imagen se puede apreciar el efecto Doppler, pero en si observamos las luz blanca, que se aprecia en la máquina de potencial evocado



En esta imagen se aprecia la transformación de la luz blanca, a los tres colores primordiales que son; el rojo que se aprecia en la parte superior, el verde en la parte media y el azul en la parte inferior



En esta imagen podemos apreciar los colores mortecinos del rojo, verde y azul, antes de transformarse al color negro.



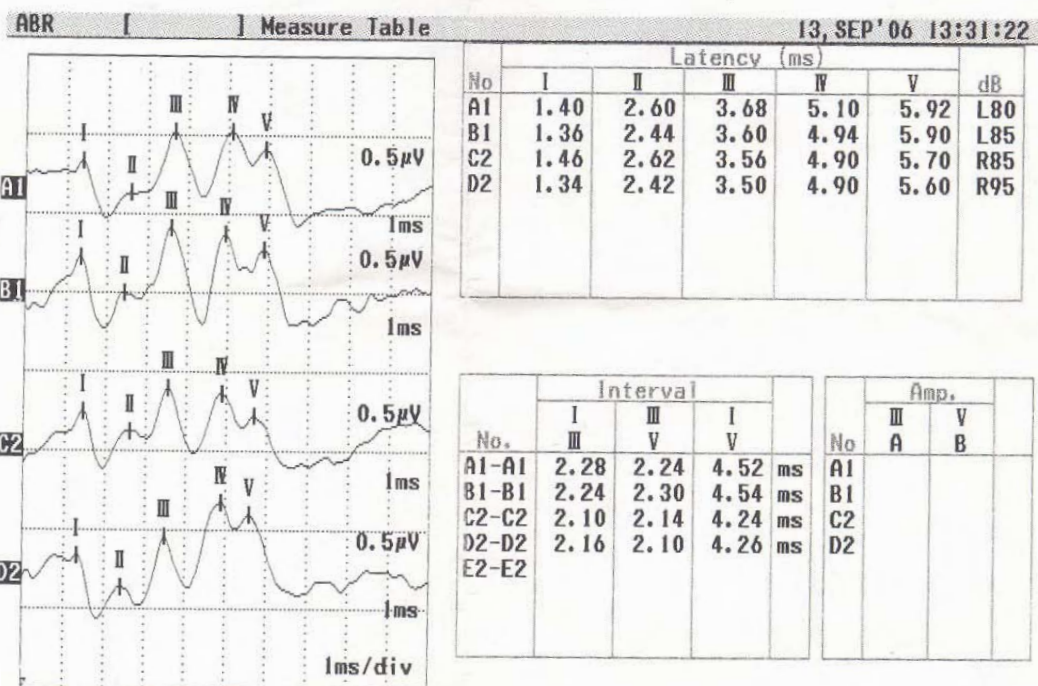
En esta imagen ya se puede observar el color negro.

MODELO DE POTENCIAL EVOCADO Y PROCEDIMIENTO DE CODIFICACIÓN.

El potencial evocado es el resultado de promediar la actividad fásica del electroencefalograma en respuesta a una estimulación repetida un determinado número de veces. Este puede ser de tres tipos auditivo, visual, y somatosensorial. En principio, el encefalograma da un registro poco informativo, con lo que el potencial evocado permite hacer ese registro significativo.

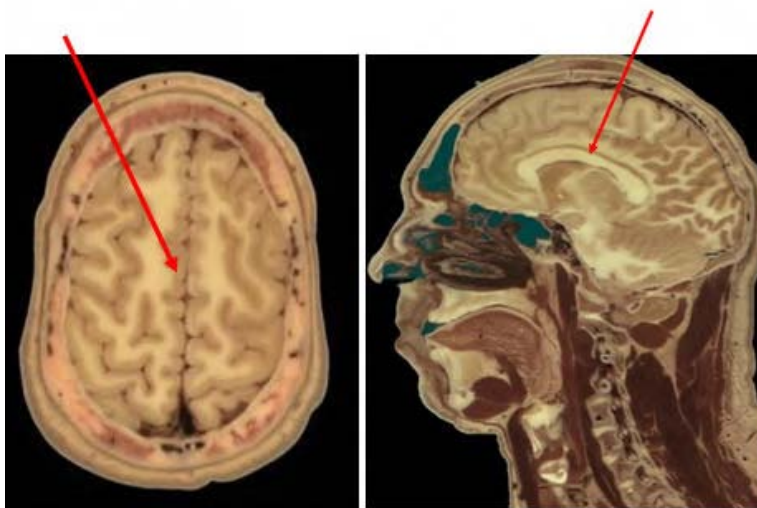
Gracias a los potenciales evocados se pueden estudiar diversos constructos. Por ejemplo, se ha correlacionado negativamente con el nivel de inteligencia (las personas con un cociente de inteligencia alto suelen presentar PE de latencia más corta).

Date: 13.SEP'06 Patient: PPECF001 ID: 56 Sex: F
 Birth Date: 20/06/73 Age: 33a Height: Weight:
 Doctor: Duran Examiner: Dr. Duran
 Note: Vertigo central.



Paciente: PPECF001		
Edad: 33 años	ID: 56	Sexo:F
Doctor: Alfredo Duran		
Nota: vértigo central		

ITA1 VIVIANA



	I	II	III	IV	V
A1	1.40	2.60	3.68	5.10	5.92
B1	1.36	2.44	3.60	4.94	5.90
C2	1.46	2.62	3.56	4.90	5.70
D2	1.34	2.42	3.50	4.90	5.60

Aplicando series de Fourier:

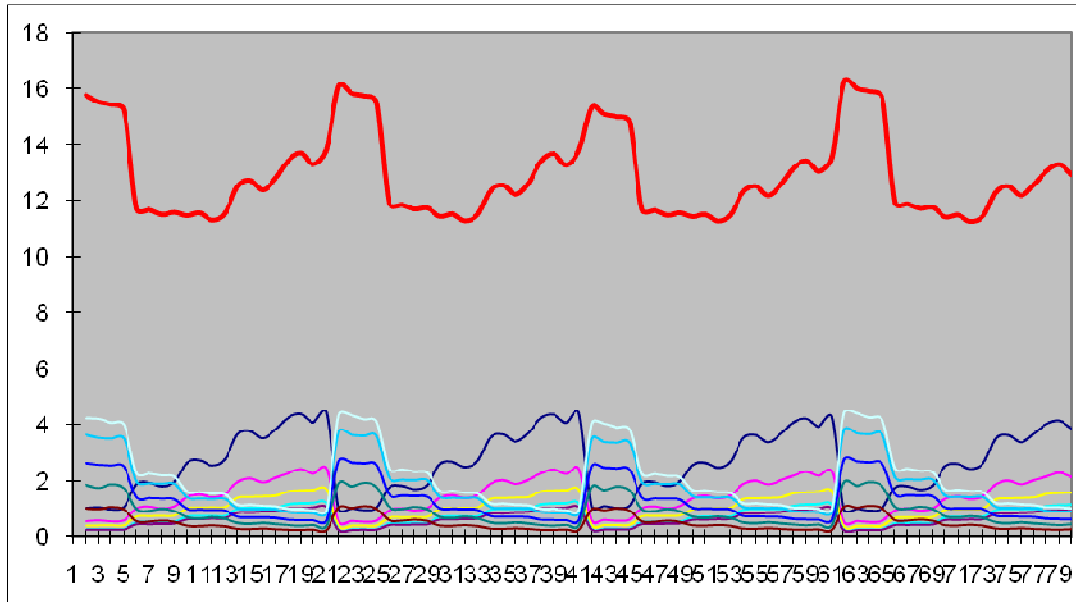
1.0000000	0.5384615	0.3804348	0.2745098	0.2364865	1.0000000	1.8571429	2.6285714	3.6428571	4.2285714	15.7870355
1.0294118	0.5737705	0.3888889	0.2834008	0.2372881	0.9714286	1.7428571	2.5714286	3.5285714	4.2142857	15.5413315
0.9589041	0.5343511	0.3932584	0.2857143	0.2456140	1.0428571	1.8714286	2.5428571	3.5000000	4.0714286	15.4464134
1.0447761	0.5785124	0.4000000	0.2857143	0.2500000	0.9571429	1.7285714	2.5000000	3.5000000	4.0000000	15.2447171
1.8571429	1.0000000	0.7065217	0.5098039	0.4391892	0.5384615	1.0000000	1.4153846	1.9615385	2.2769231	11.7049654
1.9117647	1.0655738	0.7222222	0.5263158	0.4406780	0.5230769	0.9384615	1.3846154	1.9000000	2.2692308	11.6819391
1.7808219	0.9923664	0.7303371	0.5306122	0.4561404	0.5615385	1.0076923	1.3692308	1.8846154	2.1923077	11.5056626
1.9402985	1.0743802	0.7428571	0.5306122	0.4642857	0.5153846	0.9307692	1.3461538	1.8846154	2.1538462	11.5832030
2.6285714	1.4153846	1.0000000	0.7215686	0.6216216	0.3804348	0.7065217	1.0000000	1.3858696	1.6086957	11.4686680
2.7058824	1.5081967	1.0222222	0.7449393	0.6237288	0.3695652	0.6630435	0.9782609	1.3423913	1.6032609	11.5614911
2.5205479	1.4045802	1.0337079	0.7510204	0.6456140	0.3967391	0.7119565	0.9673913	1.3315217	1.5489130	11.3119921
2.7462687	1.5206612	1.0514286	0.7510204	0.6571429	0.3641304	0.6576087	0.9510870	1.3315217	1.5217391	11.5526086
3.6428571	1.9615385	1.3858696	1.0000000	0.8614865	0.2745098	0.5098039	0.7215686	1.0000000	1.1607843	12.5184183
3.7500000	2.0901639	1.4166667	1.0323887	0.8644068	0.2666667	0.4784314	0.7058824	0.9686275	1.1568627	12.7300966
3.4931507	1.9465649	1.4325843	1.0408163	0.8947368	0.2862745	0.5137255	0.6980392	0.9607843	1.1176471	12.3843236
3.8059701	2.1074380	1.4571429	1.0408163	0.9107143	0.2627451	0.4745098	0.6862745	0.9607843	1.0980392	12.8044346
4.2285714	2.2769231	1.6086957	1.1607843	1.0000000	0.2364865	0.4391892	0.6216216	0.8614865	1.0000000	13.4337583
4.3529412	2.4262295	1.6444444	1.1983806	1.0033898	0.2297297	0.4121622	0.6081081	0.8344595	0.9966216	13.7064666

4.0547945	2.2595420	1.6629213	1.2081633	1.0385965	0.2466216	0.4425676	0.6013514	0.8277027	0.9628378	13.3050987
4.4179104	2.4462810	1.6914286	1.2081633	1.0571429	0.2263514	0.4087838	0.5912162	0.8277027	0.9459459	13.8209261
0.9714286	0.5230769	0.3695652	0.2666667	0.2297297	1.0294118	1.9117647	2.7058824	3.7500000	4.3529412	16.1104671
1.0000000	0.5573770	0.3777778	0.2753036	0.2305085	1.0000000	1.7941176	2.6470588	3.6323529	4.3382353	15.8527317
0.9315068	0.5190840	0.3820225	0.2775510	0.2385965	1.0735294	1.9264706	2.6176471	3.6029412	4.1911765	15.7605255
1.0149254	0.5619835	0.3885714	0.2775510	0.2428571	0.9852941	1.7794118	2.5735294	3.6029412	4.1176471	15.5447120
1.7428571	0.9384615	0.6630435	0.4784314	0.4121622	0.5737705	1.0655738	1.5081967	2.0901639	2.4262295	11.8988901
1.7941176	1.0000000	0.6777778	0.4939271	0.4135593	0.5573770	1.0000000	1.4754098	2.0245902	2.4180328	11.8547917
1.6712329	0.9312977	0.6853933	0.4979592	0.4280702	0.5983607	1.0737705	1.4590164	2.0081967	2.3360656	11.6893630
1.8208955	1.0082645	0.6971429	0.4979592	0.4357143	0.5491803	0.9918033	1.4344262	2.0081967	2.2950820	11.7386648
2.5714286	1.3846154	0.9782609	0.7058824	0.6081081	0.3888889	0.7222222	1.0222222	1.4166667	1.6444444	11.4427397
2.6470588	1.4754098	1.0000000	0.7287449	0.6101695	0.3777778	0.6777778	1.0000000	1.3722222	1.6388889	11.5280498
2.4657534	1.3740458	1.0112360	0.7346939	0.6315789	0.4055556	0.7277778	0.9888889	1.3611111	1.5833333	11.2839747
2.6865672	1.4876033	1.0285714	0.7346939	0.6428571	0.3722222	0.6722222	0.9722222	1.3611111	1.5555556	11.5136263
3.5285714	1.9000000	1.3423913	0.9686275	0.8344595	0.2834008	0.5263158	0.7449393	1.0323887	1.1983806	12.3594747
3.6323529	2.0245902	1.3722222	1.0000000	0.8372881	0.2753036	0.4939271	0.7287449	1.0000000	1.1943320	12.5587612
3.3835616	1.8854962	1.3876404	1.0081633	0.8666667	0.2955466	0.5303644	0.7206478	0.9919028	1.1538462	12.2238359
3.6865672	2.0413223	1.4114286	1.0081633	0.8821429	0.2712551	0.4898785	0.7085020	0.9919028	1.1336032	12.6247659
4.2142857	2.2692308	1.6032609	1.1568627	0.9966216	0.2372881	0.4406780	0.6237288	0.8644068	1.0033898	13.4097532
4.3382353	2.4180328	1.6388889	1.1943320	1.0000000	0.2305085	0.4135593	0.6101695	0.8372881	1.0000000	13.6810144
4.0410959	2.2519084	1.6573034	1.2040816	1.0350877	0.2474576	0.4440678	0.6033898	0.8305085	0.9661017	13.2810024
4.4029851	2.4380165	1.6857143	1.2040816	1.0535714	0.2271186	0.4101695	0.5932203	0.8305085	0.9491525	13.7945384
1.0428571	0.5615385	0.3967391	0.2862745	0.2466216	0.9589041	1.7808219	2.5205479	3.4931507	4.0547945	15.3422500
1.0735294	0.5983607	0.4055556	0.2955466	0.2474576	0.9315068	1.6712329	2.4657534	3.3835616	4.0410959	15.1136005
1.0000000	0.5572519	0.4101124	0.2979592	0.2561404	1.0000000	1.7945205	2.4383562	3.3561644	3.9041096	15.0146145
1.0895522	0.6033058	0.4171429	0.2979592	0.2607143	0.9178082	1.6575342	2.3972603	3.3561644	3.8356164	14.8330579
1.8714286	1.0076923	0.7119565	0.5137255	0.4425676	0.5343511	0.9923664	1.4045802	1.9465649	2.2595420	11.6847750
1.9264706	1.0737705	0.7277778	0.5303644	0.4440678	0.5190840	0.9312977	1.3740458	1.8854962	2.2519084	11.6642831
1.7945205	1.0000000	0.7359551	0.5346939	0.4596491	0.5572519	1.0000000	1.3587786	1.8702290	2.1755725	11.4866507
1.9552239	1.0826446	0.7485714	0.5346939	0.4678571	0.5114504	0.9236641	1.3358779	1.8702290	2.1374046	11.5676169
2.5428571	1.3692308	0.9673913	0.6980392	0.6013514	0.3932584	0.7303371	1.0337079	1.4325843	1.6629213	11.4316788
2.6176471	1.4590164	0.9888889	0.7206478	0.6033898	0.3820225	0.6853933	1.0112360	1.3876404	1.6573034	11.5131855
2.4383562	1.3587786	1.0000000	0.7265306	0.6245614	0.4101124	0.7359551	1.0000000	1.3764045	1.6011236	11.2718223
2.6567164	1.4710744	1.0171429	0.7265306	0.6357143	0.3764045	0.6797753	0.9831461	1.3764045	1.5730337	11.4959426
3.5000000	1.8846154	1.3315217	0.9607843	0.8277027	0.2857143	0.5306122	0.7510204	1.0408163	1.2081633	12.3209507
3.6029412	2.0081967	1.3611111	0.9919028	0.8305085	0.2775510	0.4979592	0.7346939	1.0081633	1.2040816	12.5171093
3.3561644	1.8702290	1.3764045	1.0000000	0.8596491	0.2979592	0.5346939	0.7265306	1.0000000	1.1632653	12.1848960
3.6567164	2.0247934	1.4000000	1.0000000	0.8750000	0.2734694	0.4938776	0.7142857	1.0000000	1.1428571	12.5809996
4.0714286	2.1923077	1.5489130	1.1176471	0.9628378	0.2456140	0.4561404	0.6456140	0.8947368	1.0385965	13.1738360
4.1911765	2.3360656	1.5833333	1.1538462	0.9661017	0.2385965	0.4280702	0.6315789	0.8666667	1.0350877	13.4305232
3.9041096	2.1755725	1.6011236	1.1632653	1.0000000	0.2561404	0.4596491	0.6245614	0.8596491	1.0000000	13.0440710
4.2537313	2.3553719	1.6285714	1.1632653	1.0178571	0.2350877	0.4245614	0.6140351	0.8596491	0.9824561	13.5345866
0.9571429	0.5153846	0.3641304	0.2627451	0.2263514	1.0447761	1.9402985	2.7462687	3.8059701	4.4179104	16.2809782
0.9852941	0.5491803	0.3722222	0.2712551	0.2271186	1.0149254	1.8208955	2.6865672	3.6865672	4.4029851	16.0170107

0.9178082	0.5114504	0.3764045	0.2734694	0.2350877	1.0895522	1.9552239	2.6567164	3.6567164	4.2537313	15.9261605
1.0000000	0.5537190	0.3828571	0.2734694	0.2392857	1.0000000	1.8059701	2.6119403	3.6567164	4.1791045	15.7030626
1.7285714	0.9307692	0.6576087	0.4745098	0.4087838	0.5785124	1.0743802	1.5206612	2.1074380	2.4462810	11.9275157
1.7794118	0.9918033	0.6722222	0.4898785	0.4101695	0.5619835	1.0082645	1.4876033	2.0413223	2.4380165	11.8806754
1.6575342	0.9236641	0.6797753	0.4938776	0.4245614	0.6033058	1.0826446	1.4710744	2.0247934	2.3553719	11.7166027
1.8059701	1.0000000	0.6914286	0.4938776	0.4321429	0.5537190	1.0000000	1.4462810	2.0247934	2.3140496	11.7622621
2.5000000	1.3461538	0.9510870	0.6862745	0.5912162	0.4000000	0.7428571	1.0514286	1.4571429	1.6914286	11.4175887
2.5735294	1.4344262	0.9722222	0.7085020	0.5932203	0.3885714	0.6971429	1.0285714	1.4114286	1.6857143	11.4933288
2.3972603	1.3358779	0.9831461	0.7142857	0.6140351	0.4171429	0.7485714	1.0171429	1.4000000	1.6285714	11.2560336
2.6119403	1.4462810	1.0000000	0.7142857	0.6250000	0.3828571	0.6914286	1.0000000	1.4000000	1.6000000	11.4717927
3.5000000	1.8846154	1.3315217	0.9607843	0.8277027	0.2857143	0.5306122	0.7510204	1.0408163	1.2081633	12.3209507
3.6029412	2.0081967	1.3611111	0.9919028	0.8305085	0.2775510	0.4979592	0.7346939	1.0081633	1.2040816	12.5171093
3.3561644	1.8702290	1.3764045	1.0000000	0.8596491	0.2979592	0.5346939	0.7265306	1.0000000	1.1632653	12.1848960
3.6567164	2.0247934	1.4000000	1.0000000	0.8750000	0.2734694	0.4938776	0.7142857	1.0000000	1.1428571	12.5809996
4.0000000	2.1538462	1.5217391	1.0980392	0.9459459	0.2500000	0.4642857	0.6571429	0.9107143	1.0571429	13.0588562
4.1176471	2.2950820	1.5555556	1.1336032	0.9491525	0.2428571	0.4357143	0.6428571	0.8821429	1.0535714	13.3081832
3.8356164	2.1374046	1.5730337	1.1428571	0.9824561	0.2607143	0.4678571	0.6357143	0.8750000	1.0178571	12.9285109
4.1791045	2.3140496	1.6000000	1.1428571	1.0000000	0.2392857	0.4321429	0.6250000	0.8750000	1.0000000	13.4074398
210.1240929	115.9274793	81.4105273	58.8385715	50.5051490	39.3945758	71.4203820	101.6039959	140.5734504	163.8134160	1033.6116402

ESTE NÚMERO ES LA
RESULTANTE DEL CODIGO
NERVIOSO QUE LUEGO SE
CONVIERTE EN CÓDIGO DE
BARRAS:

1033.6116402



Aplicando fractales:

3.9714286	2.1384615	1.5108696	1.0901961	0.9391892	4.0330920	7.4900280	10.6012704	14.6919780	17.0542176	63.5207309
4.0882353	2.2786885	1.5444444	1.1255061	0.9423729	3.9178608	7.0291032	10.3708080	14.2310532	16.9966020	62.5246743
3.8082192	2.1221374	1.5617978	1.1346939	0.9754386	4.2059388	7.5476436	10.2555768	14.1158220	16.4204460	62.1477139
4.1492537	2.2975207	1.5885714	1.1346939	0.9928571	3.8602452	6.9714876	10.0827300	14.1158220	16.1323680	61.3255496
7.2000000	3.8769231	2.7391304	1.9764706	1.7027027	2.2250956	4.1323203	5.8488226	8.1057053	9.4089756	47.2161462
7.4117647	4.1311475	2.8000000	2.0404858	1.7084746	2.1615214	3.8780237	5.7216743	7.8514087	9.3771885	47.0816892
6.9041096	3.8473282	2.8314607	2.0571429	1.7684211	2.3204568	4.1641074	5.6581002	7.7878345	9.0593177	46.3982790
7.5223881	4.1652893	2.8800000	2.0571429	1.8000000	2.1297343	3.8462366	5.5627389	7.7878345	8.9003823	46.6517469
10.2428571	5.5153846	3.8967391	2.8117647	2.4222973	1.5625821	2.9019382	4.1073587	5.6922634	6.6074900	45.7606752
10.5441176	5.8770492	3.9833333	2.9028340	2.4305085	1.5179369	2.7233574	4.0180683	5.5136825	6.5851674	46.0960551
9.8219178	5.4732824	4.0280899	2.9265306	2.5157895	1.6295499	2.9242608	3.9734231	5.4690373	6.3619414	45.1238227
10.7014925	5.9256198	4.0971429	2.9265306	2.5607143	1.4956143	2.7010348	3.9064552	5.4690373	6.2503284	46.0339702
14.1714286	7.6307692	5.3913043	3.8901961	3.3513514	1.1293392	2.0973442	2.9685487	4.1140213	4.7754914	49.5197944
14.5882353	8.1311475	5.5111111	4.0161943	3.3627119	1.0970724	1.9682769	2.9040150	3.9849540	4.7593580	50.3230764
13.5890411	7.5725191	5.5730337	4.0489796	3.4807018	1.1777394	2.1134776	2.8717482	3.9526871	4.5980238	48.9779515
14.8059701	8.1983471	5.6685714	4.0489796	3.5428571	1.0809389	1.9521434	2.8233480	3.9526871	4.5173567	50.5911997
16.5142857	8.8923077	6.2826087	4.5333333	3.9054054	0.9693887	1.8002932	2.5481073	3.5313444	4.0991292	53.0762036
17.0000000	9.4754098	6.4222222	4.6801619	3.9186441	0.9416918	1.6895059	2.4927137	3.4205571	4.0852808	54.1261874
15.8356164	8.8244275	6.4943820	4.7183673	4.0561404	1.0109339	1.8141416	2.4650169	3.3928603	3.9467967	52.5586830
17.2537313	9.5537190	6.6057143	4.7183673	4.1285714	0.9278434	1.6756575	2.4234716	3.3928603	3.8775546	54.5574909
2.9714286	1.6000000	1.1304348	0.8156863	0.7027027	3.0330920	5.6328851	7.9726990	11.0491208	12.8256461	47.7336954
3.0588235	1.7049180	1.1555556	0.8421053	0.7050847	2.9464322	5.2862460	7.7993794	10.7024817	12.7823163	46.9833428
2.8493151	1.5877863	1.1685393	0.8489796	0.7298246	3.1630817	5.6762150	7.7127196	10.6158220	12.3490174	46.7013005
7.0759062	3.8574698	2.6994410	1.9391757	1.6820463	6.9361943	12.7329441	18.1840004	25.3078000	29.1865855	109.6015633
9.4310924	5.1556116	3.5770531	2.5921727	2.2058864	5.6044948	10.1614235	14.8042460	20.3752200	24.1286545	98.0358552
9.3082192	5.1877112	3.6395755	2.6488639	2.2432352	5.8443833	10.4872058	14.5926357	20.0672306	23.5284037	97.5474641

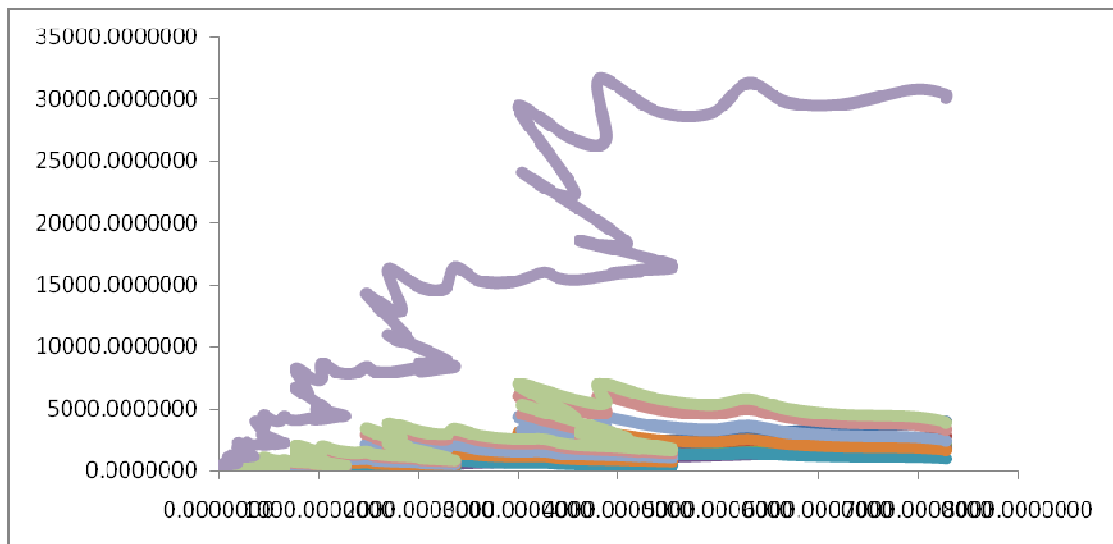
9.2725414	5.1524825	3.6896950	2.6612245	2.3051378	5.6191635	10.1279027	14.3715994	20.0190411	22.9993780	96.2181660
12.7820896	6.9678322	4.8762733	3.5030012	3.0384170	3.8394453	7.0477877	10.0654077	14.0089244	16.1555117	82.2846901
15.0260504	8.2311475	5.6967391	4.1306819	3.5091503	3.3436687	6.0734402	8.8290330	12.1578025	14.3759828	81.3736964
14.7423449	8.2161807	5.7925718	4.2150376	3.5752007	3.4688285	6.2244213	8.6979076	11.9591257	14.0412242	80.9328430
14.8237579	8.2339915	5.8743820	4.2326531	3.6701754	3.3625451	6.0585409	8.5687707	11.9253501	13.7134106	80.4635774
18.1980810	9.9203433	6.9424534	4.9872749	4.3258687	2.6940660	4.9453643	7.0627269	9.8297790	11.3360793	80.2420368
21.0726891	11.5462799	7.9887681	5.7930301	4.9203733	2.3727663	4.3108977	6.2650483	8.6277039	10.1998745	83.0974312
20.6601531	11.5142660	8.1225343	5.9103363	5.0140946	2.4599556	4.4141063	6.1715557	8.4853639	9.9644367	82.7168025
20.7973829	11.5515740	8.2375923	5.9346939	5.1466792	2.3870792	4.3007869	6.0801642	8.4609402	9.7307052	82.6275981
25.1714286	13.7216783	9.6027329	6.8983593	5.9834942	1.9475330	3.5749778	5.1056222	7.1059242	8.1948089	87.3065595
26.8739496	14.7465322	10.1850242	7.3887434	6.2681173	1.8299745	3.3293809	4.8305008	6.6548119	7.8584872	89.9655217
26.2360999	14.6216994	10.3508115	7.5307610	6.3959560	1.8897015	3.3908214	4.7563538	6.5387848	7.6866830	89.3976723
26.5867921	14.7632326	10.5000321	7.5591837	6.5604010	1.8452512	3.3237175	4.6870135	6.5178447	7.5013156	89.8447840
29.3501066	15.9997457	11.1968944	8.0435374	6.9768340	1.6708807	3.0671670	4.3803628	6.0965020	7.0307379	93.8127684
19.0000000	10.5523329	7.1830918	5.2291816	4.3916170	2.9453721	5.4106264	7.7595303	10.7196780	12.5579857	85.7494157
17.8944400	9.9719685	7.2721598	5.2851690	4.5307166	2.9573661	5.3062700	7.6173375	10.4629891	12.3908776	83.6892942
19.1715396	10.6224213	7.3922311	5.2897959	4.6197995	3.0173957	5.4254020	7.5185442	10.4057411	12.0353956	85.4982659
9.0324094	4.8954863	3.4413043	2.4773109	2.1418919	8.9839922	16.5864175	23.5831699	32.7539796	37.8945846	141.7905468
10.7470588	5.9220681	4.0695652	2.9558466	2.4988090	7.9771566	14.3820958	21.0954287	28.9875378	34.4847412	133.1203079
10.3634166	5.7754974	4.1303371	3.0039164	2.5595004	8.4500879	15.1634208	20.8299455	28.6584625	33.4593883	132.3939729
14.6772147	8.0786546	5.7037428	4.1024410	3.5591140	11.9569972	21.7870764	31.0965834	43.3186443	49.8498979	194.1303662
20.3922865	11.1151793	7.7561836	5.5972148	4.8085891	8.8947598	16.2174080	23.4352275	32.3759477	37.9890842	168.5818804
21.7628410	12.0342433	8.3580538	6.0736635	5.1442774	8.7991631	15.8384237	22.3994465	30.8083664	36.2599421	167.4784208
21.3678275	11.8932534	8.4822668	6.1475171	5.2701691	8.7102143	15.6745463	22.0695069	30.6059446	35.4017133	165.6229592
25.1400941	13.8277779	9.7394194	7.0009604	6.0770135	6.7964348	12.3785509	17.6452895	24.5731634	28.2855890	151.4642928
30.5375643	16.6638875	11.6106211	8.3832629	7.1921618	5.6655125	10.3465822	14.9195377	20.6264703	24.1565066	150.1021069
32.2864625	17.8624607	12.4389486	9.0394402	7.6611146	5.5581940	10.0090032	14.2180166	19.5544409	23.0427182	151.6707995
31.8515581	17.7236674	12.6246941	9.1429893	7.8469819	5.5471970	9.9787200	14.0115815	19.4107140	22.4835153	150.6216187
35.6119023	19.5864211	13.7924053	9.9138055	8.6058813	4.7855986	8.7157868	12.4222434	17.2988163	19.9129383	150.6457989
42.5575505	23.2266360	16.1800725	11.6832262	10.0217247	4.0490442	7.3959970	10.6621685	14.7417252	17.2610802	157.7792248
43.3198170	23.9915674	16.7042976	12.1422169	10.2855902	4.0526420	7.3028092	10.3783277	14.2757690	16.8195340	159.2725710
42.6952476	23.7552407	16.9495149	12.2711229	10.5426352	4.0462723	7.2780490	10.2263485	14.1624369	16.4173881	158.3442560
47.7171247	26.2330025	18.4454617	13.2534614	11.5088075	3.5453266	6.4546276	9.1892458	12.7932604	14.7300228	163.8703410
51.8210711	28.3082613	19.6962043	14.2281991	12.1913798	3.2737366	5.9863784	8.6176432	11.9208054	13.9400725	169.9837517
44.1932428	24.6124939	17.1371641	12.4736680	10.5409514	3.8761695	7.0206259	9.9953361	13.7653121	16.1898742	159.8048380
43.4077026	24.1368404	17.3666363	12.5488061	10.8436600	3.8711105	6.9587547	9.8385975	13.5972722	15.8510973	158.4204776
47.5216462	26.0649151	18.1790132	13.0353741	11.3404931	3.6882764	6.6980484	9.4605508	13.1460787	15.1620238	164.2964199
26.9428571	14.8445135	10.2072533	7.4085333	6.2727946	11.0115561	20.3395096	28.9454399	40.1174932	46.6169539	212.7069046
26.7700702	14.8863443	10.6297685	7.7272901	6.5869580	10.4001715	18.6959994	27.3081860	37.5039621	44.6160769	205.1248270
27.6084856	15.3241482	10.7947904	7.7633479	6.7352321	10.9483996	19.6575250	26.9744440	37.1787074	43.2428755	206.2279557
21.9151035	11.9741409	8.4090921	6.0450580	5.2413568	20.3837375	37.3734939	53.3209746	74.2023949	85.5689101	324.4342623
29.1841214	15.9546028	11.0771774	8.0183675	6.8395409	16.3604660	29.6758397	43.1947784	59.4932565	70.3364208	290.1345714
29.5834005	16.4405100	11.5209996	8.3795406	7.1024264	16.8559926	30.2715074	42.1956842	58.0342446	68.0564090	288.4407149
33.4273951	18.5128916	13.1971207	9.5293103	8.2258932	20.2851890	36.7762294	52.1548543	72.5369485	83.5943079	348.2401400

43.0940244	23.5841786	16.4956029	11.8716445	10.2610412	15.2810823	27.8600038	40.0805170	55.5727066	64.6735496	308.7743509
49.6436889	27.2270565	18.9515321	13.7303958	11.7007249	14.0882711	25.5052306	36.3358381	50.0584322	58.8434150	306.0845851
50.1542900	27.8710986	19.5896937	14.2261731	12.1035810	13.9826939	25.1529372	35.5365032	49.1195692	57.2362682	304.9728080
53.3887110	29.5432486	21.0030024	15.1520469	13.0934869	12.0660809	21.8593117	30.9221771	42.9757141	49.5650227	289.5688023
62.7933022	34.3800797	24.0266219	17.2970685	14.9383940	10.1531519	18.5276751	26.6152505	36.9252866	42.9061796	288.5630099
71.1872966	39.0643032	27.2190211	19.7226664	16.8078393	9.3337688	16.9111226	24.1658994	33.2961661	39.1609412	296.8690247
71.0999465	39.5229272	27.7800787	20.1675592	17.1697342	9.3542250	16.8253889	23.7442951	32.7917461	38.2644528	296.7203537
74.1159734	41.0055962	29.1585868	21.0310822	18.1824148	8.5932744	15.5657656	22.0170130	30.5945865	35.2952387	295.5595317
86.3705656	47.2840660	33.0244105	23.7734222	20.5305322	7.3382305	13.3909754	19.2268529	26.6753365	30.9911030	308.6054948
90.8871567	49.9444569	34.7719305	25.2071507	21.4591129	7.0912909	12.8646262	18.3819358	25.3369253	29.7771503	315.7217361
85.9313475	47.8523499	33.7225486	24.4820458	20.8572352	6.8776657	12.3583763	17.4754160	24.1217788	28.1893519	301.8681157
90.1395333	49.8206626	35.4398758	25.5310124	22.1253488	6.4015117	11.5924867	16.3412762	22.7039655	26.1781351	306.2738080
98.4249091	53.8617261	37.4988130	26.9901039	23.2967852	5.8724608	10.7292029	15.4214776	21.4101677	24.8483650	318.3540111
70.1360999	38.9032883	26.9615603	19.6087319	16.5744603	13.8877256	25.5541653	36.3288358	50.2260888	58.6277236	356.8086799
68.4492014	38.0924154	27.3387961	19.8015864	17.0218342	13.6927696	24.5803739	35.6261224	48.9937962	58.0208932	351.6177890
73.3507200	40.3972601	28.3015814	20.3088435	17.6655558	14.0746925	25.3473090	34.9473915	48.2834638	55.9668828	358.6437002
47.2004264	25.8949903	17.9365700	12.9597138	11.0895900	30.7919878	56.6303589	80.7953402	112.2950947	129.8304921	525.4245642
54.1482215	29.8409470	21.0155173	15.2517801	12.9943561	26.2069185	47.3718391	69.0566834	94.9724252	112.6384481	483.4971362
54.6918861	30.4185044	21.3647030	15.4566141	13.2464424	27.4043922	49.1861753	68.1186995	93.7558091	109.6078559	483.2510820
52.7689692	29.0526062	20.6339905	14.8658663	12.8740297	40.2803551	73.4525804	104.4472576	145.3279149	167.4775037	661.1810736
69.8808855	38.2029035	26.5896342	19.1757263	16.4865470	31.2244054	56.7872721	82.2581525	113.6659632	133.3813990	587.6528887
76.6151491	42.2212855	29.4725316	21.3956507	18.1781513	30.5614065	55.0853094	77.5315223	106.6926769	125.2998240	583.0535073
80.0816851	44.4993748	31.4552926	22.7946991	19.5017715	33.9821686	61.3985543	86.9403371	120.6157014	139.6224128	640.8919974
92.8797941	51.1192305	36.1374942	26.0317886	22.5240196	27.0696121	49.2213564	70.2680003	97.5402575	113.0344907	585.8260439
109.0808267	59.7369071	41.6017494	30.0274643	25.7794697	23.9434638	43.4982118	62.2245580	85.9837189	100.5863292	582.4626990
117.6848702	64.9106085	45.4087147	32.9488395	28.0364202	23.0429933	41.5701822	58.9881168	81.4157354	95.2543523	589.2608331
120.4886574	66.9123296	47.2613420	34.2215668	29.3172752	21.1703059	38.2204149	54.0093294	74.8567460	86.7723326	573.2302998
132.7916286	73.0905939	51.6296532	37.1945475	32.1716562	18.5035692	33.6577264	47.9894064	66.6377303	77.1478468	570.8143583
153.7222458	84.2109646	58.6703979	42.3532315	36.3559153	16.4112850	29.8342408	42.7570380	59.0965026	69.1341871	592.5460087
157.8079987	87.1533345	60.9520092	44.2318527	37.6288471	16.2062301	29.2578722	41.5012309	57.2536714	67.0416032	599.0346500
160.0473209	88.8579461	62.8811354	45.5131280	39.0396500	15.4709401	27.9241419	39.4924291	54.7163653	63.4845906	597.4276474
176.5100989	97.1047286	68.4642863	49.3044346	42.6558810	13.7397422	24.9834621	35.5681291	49.3793019	57.1692381	614.8793028
189.3120658	103.8061829	72.2707434	52.1972546	44.7558981	12.9637516	23.5938291	33.8034133	46.7470930	54.6255153	634.0757472
152.0960188	84.6171767	59.1732393	43.0005816	36.4925064	16.7322992	30.4225137	43.2029814	59.6558896	69.7628579	595.1560648
154.5004994	85.6343895	61.2342275	44.2070927	38.2048102	16.1764205	29.1437574	41.5965906	57.4667085	67.2024263	595.3669226
167.9674099	92.1368487	64.2385966	46.1642536	39.9869024	15.7412145	28.5288683	40.1132922	55.5778095	64.3948018	614.8499974
113.1872726	62.5007579	43.3095589	31.4337518	26.6711932	40.8194681	75.2130366	107.0414460	148.4053616	172.3258478	820.9076946
115.3974229	64.0564394	45.6151830	33.0768959	28.3134877	37.6745925	67.8198927	98.8339831	135.8605161	161.2503657	787.8987790
120.6308413	66.6846169	46.8662845	33.7249718	29.2035236	39.3175633	70.6554605	97.3444167	134.1878642	156.1975502	794.8130930
93.0652861	51.1002683	35.7390999	25.7684373	22.1951986	68.7518861	125.9188318	179.5844976	249.8351751	288.2486781	1140.2073587
116.5067189	63.8785613	44.7251515	32.3703635	27.6809031	55.3015895	100.3128746	145.7520970	200.8505538	237.1194648	1024.4982781
121.0641780	67.1244053	46.9404955	34.0405001	29.0022964	56.4032166	101.3695465	141.5428632	194.7562226	228.3001899	1020.5439141
122.3065367	67.6749319	48.1059498	34.7577314	29.9452927	72.7445868	132.1277773	187.3695264	260.4299337	300.5147491	1255.9770158
152.9387618	83.8488516	58.6990385	42.2809843	36.4947771	56.6644676	103.0843677	148.5527298	205.7371833	240.0539482	1128.3551099

174.9944833	96.0325728	66.9771382	48.4965844	41.3969068	53.0092560	95.8824865	135.8496251	187.2073584	219.6358248	1119.4822362
183.5951267	101.7792140	71.4727030	51.8533425	44.1868404	55.8958228	100.8713923	142.9599052	197.9174155	230.1012738	1180.6330361
198.7802163	109.9004126	77.8877250	56.2371611	48.4785829	47.1428456	85.4734944	121.3733146	168.4120495	195.0474653	1108.7332673
228.2834142	125.2549820	87.6583689	63.1730321	54.4704242	41.2692935	75.0424606	107.3422162	148.6687620	173.1361522	1104.2991059
256.6011458	140.9232260	98.4105412	71.2530914	60.8494784	38.3733394	69.4522796	98.9218069	136.5595508	159.8711827	1131.2156422
261.7823705	145.1733564	101.9307424	73.9200863	63.0407169	36.4071473	65.6779939	92.9624530	128.5790730	149.7148066	1119.1887462
275.8389495	152.4731302	108.0885663	78.0275135	67.2926621	33.0328174	59.8923624	84.9891218	117.9335384	136.5471566	1114.1158183
314.3967283	172.4912657	120.6403021	86.9392988	74.9556560	29.1400933	53.0035613	75.8601502	105.0829443	122.3566286	1154.8666285
329.8663332	181.4057984	126.6170383	91.7107400	78.2561738	28.2421384	51.1760438	72.8811726	100.6079041	117.7895639	1178.5529063
309.1719112	171.8751228	120.9239400	87.6980233	74.8294537	29.1701473	52.7137705	74.7227115	103.3231341	120.4218024	1144.8500168
327.9517747	181.0342001	128.5429582	92.6694221	80.1556065	26.9697304	48.8409735	69.3653402	96.1435287	111.5893481	1163.2628826
354.4301606	194.3552454	135.3408007	97.5125286	84.0129760	25.5418845	46.4464823	66.2039859	91.7090805	106.6712997	1202.2244442
258.2073853	143.2604648	99.7833572	72.4951577	61.4816533	50.6155731	92.9026062	132.0604270	182.7534513	212.9021202	1306.4621960
260.4668298	144.5352173	103.2723573	74.6918158	64.3124115	48.2465181	86.8022266	125.6263277	172.9520047	204.3241376	1285.2298464
279.2900320	153.6337544	107.4653056	77.2403614	66.9471908	49.2143945	88.6971230	122.8650732	169.6984431	197.0639483	1312.1156263
196.9800173	108.4485437	75.3589638	54.5409646	46.5612540	103.9521907	191.0039658	272.2543442	378.2214956	437.5751479	1864.8968874
219.1220523	120.9671685	85.4640612	61.9442582	52.9559738	89.1367367	161.0849795	234.5206724	322.7021456	382.2143188	1730.1123670
226.6689689	125.5778746	88.1100409	63.6347899	54.6966698	92.3771111	165.9515669	230.0582469	316.7862844	370.1217573	1733.9833107
200.6294779	110.5590194	78.0524779	56.3111311	48.5652906	138.0276444	251.8221878	358.2561164	498.3059831	574.7222029	2315.2515315
254.6217228	139.4934213	97.5498080	70.4186948	60.5055048	108.6035120	197.3387013	285.7360561	394.6623870	463.4600024	2072.3898105
277.8605802	153.2366348	106.9751803	77.5498096	66.0733345	106.7184067	192.3066687	270.3297613	372.1338020	436.5999354	2059.7841136
284.8289743	157.9078659	111.5898847	80.8180438	69.2117597	126.2676434	228.6882720	324.0643832	449.7196453	520.4161483	2353.5126207
331.0588250	182.2349981	128.4642293	92.6078091	79.9592654	101.3473576	184.1437558	263.7544886	365.6638689	425.1369769	2154.3715747
382.4805145	209.7359807	146.3979148	105.7349226	90.7206518	91.8914704	166.6241602	237.1116771	327.4151801	383.0412718	2141.1537441
415.0248440	228.9807617	160.2805112	116.2080745	99.0528246	92.3216292	166.7486941	236.7760899	327.3710421	381.7776475	2224.5421188
433.6886372	240.3272369	169.6334433	122.7685040	105.2511824	81.7200184	147.8221074	209.5052668	290.3363106	336.9037847	2137.9564918
477.8862638	263.1064128	185.3961238	133.6697847	115.3671303	72.4124094	131.5440016	187.5749842	260.0635156	301.9966258	2129.0172519
544.4110820	298.6512591	208.5508112	150.6332065	129.2447334	65.6681815	119.1321234	170.0949436	235.1246503	274.7264957	2196.2374867
562.2985971	310.5794091	217.3508864	157.5872888	134.3200567	62.9784050	113.7868707	161.4632628	223.0904750	260.4736326	2203.9288841
566.0108607	313.7959201	221.8294145	160.4963553	137.7304988	59.2575927	107.1955064	151.9523030	210.5369945	244.4109733	2173.2164193
624.4540630	343.5534973	241.9111006	174.3235519	150.5805459	53.1524576	96.5382647	137.6081530	190.7634839	221.5550991	2234.4402169
665.1249543	365.1386225	254.5656079	183.9334727	157.6493502	50.7666272	92.1971241	131.5666143	181.9112434	212.4254680	2295.2790846
558.3468871	310.2401013	217.2659928	157.7158702	134.1692151	70.8017282	129.0299591	183.1999686	253.3226057	295.4293379	2309.5216660
577.6715457	319.6473493	227.7457503	164.4053913	141.9692090	67.2390920	121.2611043	173.8962392	240.1079956	281.4287445	2315.3724211
623.3567760	342.2135024	238.6757692	171.7489736	148.4006663	66.3061911	119.9801846	168.2391136	232.7490611	270.2758597	2381.9460976
440.5101879	243.6303539	169.4385782	122.9336813	104.4837933	142.6107665	262.1194956	373.2181878	517.6563025	600.6273701	2977.2287171
459.1965956	254.3872065	180.9802350	131.0388593	112.4597962	128.4884951	231.6697981	336.7117725	463.2782025	548.5493722	2846.7603330
484.1961599	267.1773857	187.2172926	134.8014879	116.4995832	132.7923425	238.8102662	330.5238736	455.6763610	530.9257635	2878.6205162
376.2416678	207.1143097	144.9291748	104.7045785	89.8563755	233.2696208	427.1516074	608.4409536	845.9215340	976.8956375	4014.5254597
448.6036810	246.6328119	173.2744499	125.3619926	107.3844651	190.9438139	346.0451300	502.6114389	692.7913692	817.3887322	3651.0378847
473.9919848	262.1506219	183.4746001	132.8013366	113.5778424	193.4300054	347.9116534	485.4684705	668.2936161	782.5651862	3643.6653173
453.1719897	250.6044247	177.2034139	128.0897347	110.1159357	258.7370938	470.5014567	668.1024830	928.4711874	1072.0956331	4517.0933527
553.8289897	304.0047520	213.3893432	153.8835145	132.6177883	204.4036726	371.5037371	535.4789632	740.9155420	866.1134640	4076.1397666
624.7291924	343.3861943	239.5806899	173.3709267	148.1881050	193.8242784	350.2150421	495.0191950	682.2501659	799.7282690	4050.2920587

657.2962678	363.6619916	255.6903234	185.3428921	158.2428596	214.5402283	388.0409691	550.1783046	762.3489623	884.9327156	4420.2755146
721.4276452	398.5706675	281.3933750	203.2340962	174.9248576	179.0147341	324.6630540	462.8814278	641.7244105	745.2212276	4133.0554956
817.6715308	449.0871529	314.8445237	227.1335844	195.5451469	160.2576075	290.8901127	414.4603127	573.3162589	668.6205095	4111.8267400
911.7188012	501.3990182	350.3858608	253.5878196	216.7887505	154.4444841	279.4261899	397.6817877	549.7024320	641.7741204	4256.9092644
944.1661631	522.5983846	367.2881254	266.1275937	227.3798593	141.4246868	255.6225998	362.3508865	501.5059802	583.4373449	4171.9016242
999.7038818	552.2898390	390.0883741	281.6924720	242.5566777	127.7938326	231.7188821	329.5319510	456.8351980	530.2177249	4142.4288333
1125.4574424	618.0679160	433.0952754	312.4079523	268.9816193	114.9495286	208.7116335	297.8644991	412.2908620	480.4304974	4272.2572260
1179.9019051	649.6531164	453.7374811	328.4853874	280.6289138	110.0567557	199.2859464	283.5693263	391.8556398	457.7370768	4334.9115488
1097.4148907	609.1915079	428.8881541	310.8036922	265.6269192	119.0477648	215.8859559	306.2068317	423.7421071	493.2233572	4270.0311808
1175.3555386	648.3145023	459.0270824	331.0016531	285.9627968	109.9913780	199.1033696	284.1962061	393.3675174	458.3677667	4344.6878111
1260.8732447	692.0279766	482.4465867	347.9190983	299.3147844	106.1244187	192.5197836	272.8312839	377.4815972	439.4584523	4470.9972264
976.9419714	541.8963142	378.2954790	274.6044935	233.4116516	193.0287572	353.7759608	503.0971818	696.7765133	810.4877979	4962.3161208
1007.6840200	558.0799530	397.6488080	287.4258831	247.5894642	179.3671210	323.2550627	467.4132333	643.8929416	759.6416959	4871.9981827
1077.9695355	592.9503781	414.3720623	298.1709208	257.7978230	182.2425410	328.5189434	456.5673030	630.3911775	733.1452142	4972.1258989
783.3244606	432.2317720	301.1706324	218.1089495	186.1142756	355.5951983	652.4948736	929.5042871	1291.0408881	1493.9286996	6643.5140368
864.7062523	477.4358398	337.7590820	244.5292073	209.5832201	304.1512267	549.8549243	799.2426944	1100.4968651	1301.2645548	6189.0238667
908.5444559	502.1009511	351.7403607	253.8724286	218.3767007	312.1340767	561.2166891	779.6565059	1073.9115449	1254.6475347	6216.2012484
779.2593675	429.8476358	302.5428951	218.5681401	187.8687303	478.0240207	872.5001268	1241.0069335	1725.2731522	1991.7550023	8226.6460044
949.0439598	521.0943152	365.6607907	264.0934602	226.9087666	383.2814056	695.6895554	1007.1682250	1390.7311970	1633.9371735	7437.6088490
1035.9278751	571.1567365	399.0286680	288.8751948	246.8275535	377.1011319	679.5990205	953.8724150	1313.6184953	1539.3872756	7405.3943662
1039.2809609	575.2021131	405.6747163	293.7099604	251.5509561	463.9435533	841.6313032	1194.1148883	1657.5239836	1917.8674074	8640.4998426
1204.1566884	663.0524923	467.0026394	336.9500516	290.3729118	374.0641817	679.3414022	974.6160959	1349.8482063	1573.0702388	7912.4749084
1368.2847498	751.4677510	525.2666267	379.4734289	325.5508372	345.4886115	625.5393893	887.4624947	1224.9718382	1433.0535398	7866.5592671
1482.6445034	817.7769439	573.0517737	415.1572895	354.5010780	361.6464819	654.0761837	928.6332394	1285.3760578	1495.7157330	8368.5792842
1574.7066516	871.2245953	613.9095699	444.1545392	380.8456040	313.3481300	567.4210276	806.8503785	1117.8934654	1298.8814222	7989.2353837
1731.4440651	953.5246420	671.2103492	484.3440106	417.2445893	281.1737745	510.2506186	726.5168477	1006.0296781	1170.6488826	7952.3874576
1947.0367104	1069.6462716	748.0412605	540.4647595	463.6450210	262.9925010	476.5453367	679.2050106	939.2893286	1096.0264827	8222.8926824
2025.6431592	1118.3897750	783.5267935	567.6228772	484.7119879	245.6089817	444.1793433	630.4987352	871.9514522	1016.3260567	8188.4591618
2026.9826725	1122.5780587	792.0149679	572.8874322	491.6091365	232.9538719	422.0506727	599.4099470	830.3512162	964.8133585	8055.6513341
2232.3637796	1228.2900029	864.7835617	623.6080191	537.9225819	211.2481370	383.2346291	546.4345828	756.6645831	880.7773709	8265.3272481
2367.4244299	1301.2838330	907.8824864	656.0956421	562.2781424	202.1064819	366.4584211	521.4532187	721.0537731	841.2286463	8447.2650749
2027.1564357	1125.1928319	789.2470630	572.4484719	487.9489808	281.2845342	513.0315579	728.5086733	1008.2235257	1173.8806631	8706.9227374
2128.8913370	1176.5535083	835.6603731	603.1757561	520.5579049	263.1515806	474.9865932	682.5527561	942.2880337	1105.3710145	8733.1888576
2284.1508941	1254.5598503	875.4539460	630.6334051	543.8661650	260.9625675	471.8525517	661.2798874	914.1169656	1062.9958105	8959.8720433
1707.4974628	945.0754800	658.8321208	477.8475766	406.6518975	508.3436004	932.8182541	1328.1542114	1842.4894865	2136.9389939	10944.6490841
1802.5093867	997.3128893	708.8182557	512.7793641	440.6861373	452.2939423	816.3227150	1184.3977752	1630.7238435	1927.5248518	10473.3691608
1909.8988422	1052.8300438	736.6398913	530.6476988	457.9963724	463.8152112	834.6503230	1158.6922867	1597.6100456	1862.4929250	10605.2736400
1482.5021429	817.5800330	572.2582349	413.8823905	354.4812344	799.6370504	1463.5964462	2083.5708836	2895.6983389	3346.0612891	14229.2680438
1720.8704179	947.4109245	667.2823785	482.5908789	413.9679671	660.3630202	1196.3231234	1736.1429191	2393.6878046	2822.1672377	13040.8066718
1835.3915042	1013.5207805	709.1672793	512.7201592	439.4247844	665.2917448	1197.3174977	1671.3043629	2301.5463214	2693.4484811	13039.1329155
1700.8554582	940.1391404	662.8088967	479.3292611	411.3832662	918.9245807	1672.5612478	2376.1337050	3301.3814004	3814.3680574	16277.8850139
2032.7119907	1117.2344779	785.4020882	566.8219450	487.9644032	736.1752814	1336.8105427	1927.7749915	2665.7226574	3120.2350796	14776.8534576
2271.4209963	1249.5338936	872.6656416	631.1540762	540.2067345	704.0861743	1271.4806834	1793.3455033	2471.9526033	2895.2929686	14701.1392749
2368.2032185	1308.7680924	920.0560922	666.5140184	569.6961188	809.1787502	1465.8732460	2079.9910897	2883.8035388	3344.4489533	16416.5331182

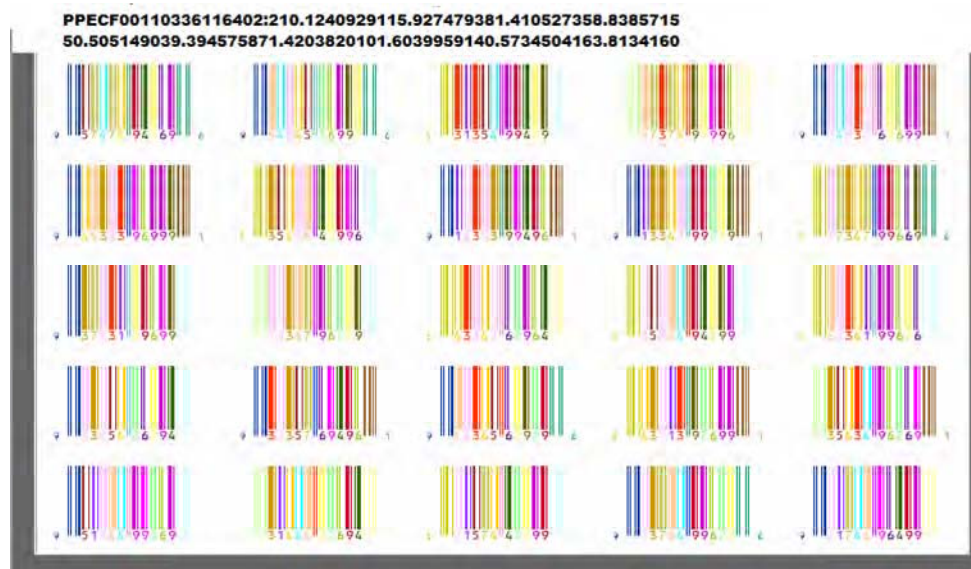
2621.0553412	1447.1237531	1019.9602002	736.8727381	633.5896687	671.2060816	1217.5045576	1739.9652435	2410.4880003	2804.9100578	15302.6756420
2939.6814940	1616.1344468	1133.5958404	818.3043115	703.7557764	611.1914459	1107.8658659	1574.4869134	2176.2851510	2540.2178318	15221.5190773
3253.1711148	1790.3184869	1252.6287479	906.3176143	775.4902180	610.8992407	1105.6380583	1572.2701209	2175.2860844	2534.5729776	15976.5926638
3411.0377449	1885.8081873	1325.1656200	959.5801618	820.8016938	545.9933601	988.0065418	1403.5457003	1943.0978247	2260.5819635	15543.6187983
3606.3307187	1991.4855240	1404.0520778	1014.2308613	872.3612194	497.3953471	901.8787776	1282.7238133	1776.7250047	2065.6993831	15412.8827270
4024.8999906	2212.3018849	1551.5905947	1119.8656859	963.3627927	458.0642175	830.6362084	1184.0430028	1638.4872032	1909.6014273	15892.8530079
4225.1001792	2327.5367593	1627.1706833	1177.5542658	1007.0032278	431.9742491	782.1088961	1111.8386617	1537.4274159	1793.1599012	16020.8742393
3940.9518356	2185.2701327	1537.9524720	1113.9021523	952.8869241	473.4189380	859.8691939	1220.8771743	1690.1693803	1966.3681738	15941.6663770
4245.8576937	2340.7870718	1654.8287518	1193.7068794	1030.1669992	436.7251251	790.4013296	1130.1533558	1563.0921007	1824.8980197	16210.6173267
4530.9444827	2489.1590664	1736.4701479	1253.0040755	1076.9407838	423.7514861	767.6555123	1085.3886895	1500.9828745	1748.0269066	16612.3240253
3641.5886123	2019.1680437	1412.3400839	1024.5276112	872.4056797	720.8762486	1319.9309801	1877.0783872	2600.8778371	3022.5709789	18511.3644627
3814.8940049	2109.9878363	1499.7534773	1083.5847567	933.5631391	660.1439334	1190.9964336	1721.1984343	2372.1613234	2795.7764015	18182.0597403
4072.9855584	2240.2654889	1565.1533417	1127.2406038	972.8602410	668.3745621	1205.1333283	1678.4293109	2316.9707885	2697.1885456	18544.6017692
3067.6930690	1694.9805812	1182.9844059	856.9722357	731.1878392	1235.2360640	2264.2869229	3224.3555686	4477.7578917	5182.4855339	23917.9401121
3370.4410428	1860.8749622	1317.4015956	953.0892587	818.1593273	1055.9924949	1909.5614707	2771.9879645	3818.6744648	4509.6381412	22385.8207227
3570.2958632	1970.3182515	1378.8300324	994.8712735	856.0242500	1076.0977000	1936.0853343	2694.1470244	3711.9490086	4336.3055813	22524.9243193
2999.7624745	1655.9399594	1163.5944285	841.3583092	721.6776602	1662.6658082	3035.2863017	4316.7446833	5999.1623238	6930.3280727	29326.5200216
3554.8021923	1954.7449897	1374.7967416	993.1756628	853.4537875	1349.3954560	2447.6601716	3542.5445960	4890.9984125	5747.3548520	26708.9268621
3878.5290863	2137.7996921	1494.1745520	1080.7012032	925.1610947	1328.1086255	2393.7557205	3357.3076499	4624.8301627	5415.6052975	26635.9730845
3812.4575309	2107.9840069	1484.4544477	1074.5901881	920.2299065	1689.7299914	3068.9822142	4357.2029878	6048.6253884	6998.9458280	31563.2024899
4391.9849615	2419.1848746	1703.4315459	1229.7745968	1058.5133550	1370.9742157	2488.6371064	3574.7777820	4947.6315847	5775.4303308	28960.3403534
4935.2635407	2713.1952102	1898.1729157	1371.4308742	1176.6698488	1282.2448027	2319.4541870	3282.8432949	4530.3042159	5298.9636438	28808.5425339
5306.9776051	2926.5953136	2052.0445379	1485.8923339	1270.2306807	1390.9378976	2518.5077430	3576.4010604	4954.0066790	5756.6653024	31238.2591536
5702.2267530	3151.5261420	2218.5087818	1604.7421599	1376.1351887	1188.9573033	2154.3350557	3070.6297712	4252.9779209	4947.7024575	29667.7415340
6236.8403015	3435.7448480	2416.7239783	1744.8371494	1501.2875421	1079.4166457	1957.0308731	2782.4880151	3849.6870216	4485.4954126	29489.5517875
6950.1193307	3821.5861717	2675.6763843	1933.5138781	1658.6974041	1041.9937278	1887.4332932	2686.9477835	3717.6297589	4332.5850568	30706.1827891
7281.7077635	4018.9897012	2816.9955026	2039.6218990	1743.7919457	952.4257248	1723.6689557	2449.1803760	3388.8161601	3947.0705650	30362.2685935
7289.0751690	4033.4951919	2842.2211925	2055.6378558	1763.7664903	920.1987120	1668.8453653	2371.5405606	3284.1409337	3819.1654368	30048.0869079



Obteniendo el código de barras en base a la señal emitida en el potencial evocado:



Luego se muestra la codificación fractal del código de barras.



3.4 MODELO DE DIFUSIONES ENTRELAZADAS DE REDES NEURONALES.

Las redes neuronales se pueden trabajar eficientemente en el espacio virtual, ya que por consideraciones muy particulares se pueden cambiar del modelo tradicional de sistemas duros a modelos inteligentes en sistemas blandos, por la sencilla razón que dentro del sistema virtual su manipulación obedece a las leyes de la física, ya que estos se convierten en cargas eléctricas digitales y por lo tanto pueden ser manipulados como tal, es decir, como un sistema disipativo, no como partículas (sistema duro), sino como ondas (sistema blando).

Esta última característica nos permite migrar evolutivamente todas las redes neuronales en diferentes direcciones, adaptándose a la administración de negocios globales es decir de lo local a lo global dentro del modelo de sistema viable.

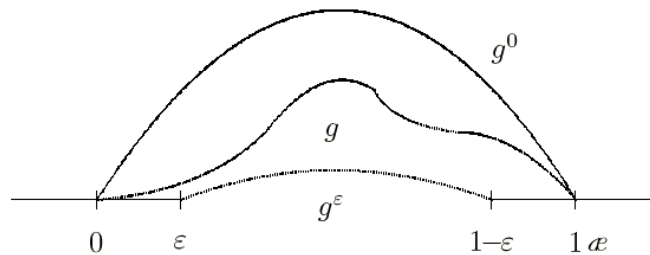
Las redes neuronales están diseñadas para solucionar los problemas de complejidad en las organizaciones, están basados en el pensamiento sistémico y modelos de sistemas viables y sobre todo se establecen como un isomorfismo de la transferencia de datos de los sistemas naturales hacia los sistemas sociales; su estructura cae en el campo filosófico del constructivismo y su episteme se da mediante mecanismos de deducción matemática.

Las redes neuronales son fractales y establecen una nueva dimensión dentro de la estructura primaria de los estados eiksmórficos, analizan la estructura general de redes y se establecen mediante proyecciones e indicadores en forma dinámica y en detalle, creando una nube de puntos donde los indicadores nos muestran el sistema de ratios general.

Un argumento general de comparación de las expectativas de ciertas funcionalidades multitemporales de sistemas infinitos de difusiones entrelazadas linealmente, difieren en cómo el coeficiente de difusión es derivado. Como una aplicación que demostramos mediante la "clusterización"(aglomeración o arracimamiento de puntos), ocurre en el caso que el kernel de interacción simetrizado que es recurrente, y los componentes toman valores en un intervalo limitado. La técnica además proporciona una prueba alternativa de la "clusterización" en el caso de intervalos compactos.

1. Introducción y resultados

Figura 1: Límites de Fisher-Wright (restringidos) para g en $(0; 1)$



En la (Fig.1) existe una comparación de difusiones entrelazadas linealmente con difusiones entrelazadas de Fisher-Wright, que es una potente herramienta en el estudio de la conducta a largo plazo, de una clase de modelos diferenciados en el coeficiente de difusión, en particular en el establecimiento de propiedades universales (es el caso de las redes neuronales). Para esto es importante que uno de los modelos en la comparación sea el de Fisher-Wright, desde que se incluyera un argumento de dualidad con pasos aleatorios desfasados.

Que estableciendo analogías con el modelo de redes neuronales, se determina la siguiente estructura dentro de los límites de Fisher- Wright;

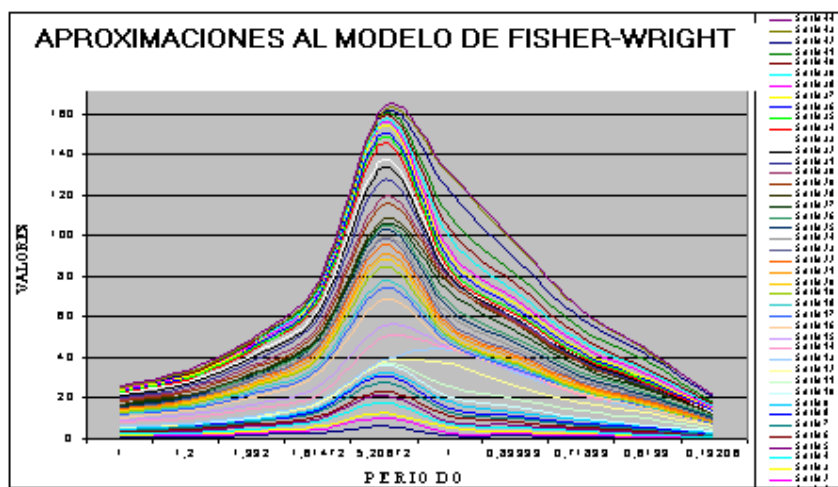


Figura 2: Límites de Fisher-Wright (restringidos) para g en $(0; 1)$, de las redes neuronales evolutivas, que corresponde a la nube de puntos generada en el modelo.

Aquí proporcionamos un método general basado en la idea que un coeficiente de difusión grande que corresponde a un proceso cuya distribución es más "extendida". Consecuentemente, ciertas funcionalidades del proceso, tales como las "funciones momento multitemporales" en el caso donde el estado espacial de los componentes es un intervalo compacto en \mathfrak{R}_+ , que tienen grandes expectativas.

Esta comparación proporciona una útil herramienta para el estudio de la formación de clusters (agrupamientos o arracimamientos) en tales sistemas entrelazados. Al mismo tiempo, esto completa un gap (vacío o intervalo de separación de costos; en una aplicación de la fórmula de integración por partes involucrando semigrupos de redes neuronales) en la demostración de la proposición 4.10 (jj) de la [FG94a] relativa a la comparación con una difusión restringida de Fisher-Wright (ver Figura 1).

La representación de la nube de puntos que se magnifica con la aplicación recursiva del paso #3(fragmentación de la red neuronal), y del modelo de redes neuronales evolutivas que establece un gap, hace que las proyecciones formen una estructura morfogenética de tipo autosimilar (situación que permite establecer la generación del sistema isomórfico de redes neuronales y se gráfica en tiempo real hacia la evolución de redes por estructuras periódicas), este estado nos permite detallar el espacio-tiempo del evento. Es decir, ubicar inmediatamente la falla en la organización e iniciar la secuencia de autoreparación por autopoiesis.

Usando esta técnica de comparación somos capaces de resolver un problema en la teoría ergódica de difusiones entrelazadas, en el caso donde la migración del término simetrizado es recurrente, y donde el estado espacial de un componente está limitado por un sólo lado.

En otras palabras, esta comparación entre periodos de redes detalla una repetición que va de acuerdo con la sección de Poincaré, estableciendo la repetición cronológica de periodos (esta última propiedad de los costos, permite adelantarse al futuro por simetría de puntos fijos). Es decir, en el universo caótico de las organizaciones, el sistema de planeación de futuros es no lineal mediante sistema ergódicos de las redes neuronales evolutivas.

Mostramos que la "clusterización" es universal en el coeficiente de difusión. Esto ha sido conjeturado en Cox, Greven y Shiga [CG94a] (ver además Shiga [Shi92]). El arracimamiento o clusterización de redes neuronales se detalla matemáticamente mediante un coeficiente de difusión, específicamente el coeficiente de Fisher-Wright.

En el modelo, obtenemos una nueva demostración, en el caso donde el estado espacial de un componente es compacto, basado en la difusión entrelazada de Fisher-Wright donde una dualidad bien conocida es disponible. Por otro lado la dualidad de las redes neuronales evolutivas esta sustentada en el cruce de datos de las estructuras horizontales y verticales de las redes.

Aplicaciones adicionales serán incluidas en el documento [FG94b] sobre la formación de *clusters* espacio-temporales de sistemas entrelazados

jerárquicamente en el régimen de clusterización difusiva, y en [CGS94b] donde es estudiada la relación entre sistemas finitos e infinitos.

El Modelo

Considerando en siguiente modelo (Se compara con [CGS94a]).

Definición 1 (Difusión entrelazada X) Dado $X = \{X_i(t), i \in K, t \geq 0\}$ será la única (para cada estado inicial especificado $X(0) \in E$) solución consistente de la siguiente ecuación diferencial estocástica infinitamente dimensional : De [CFG96] .

$$dX_i(t) = \left(\kappa \sum_j p_{i,j} [X_j(t) - X_i(t)] \right) dt + \sqrt{g(X_i(t))} dw_i(t), \quad i \in K, \quad (1)$$

Con valores en E .

Los ingredientes de esta ecuación son los siguientes:

- (a) **(Nombre del conjunto) K** denota un conjunto contable no vacío y es empleado para nombrar los componentes del sistema. Que es el de las organizaciones inteligentes, que centran su atención en los dominios personales, modelos mentales, aprendizaje en equipo, visión compartida y pensamiento sistémico, con el objetivo de adaptar al cambio a las organizaciones y partir de esta establecer el diseño de las autoorganizaciones por autopoiesis.
- (b) **Autoorganización.** La plasticidad y flexibilidad interna que caracteriza a la noción de sistema, cuyo funcionamiento es propiciado por relaciones dinámicas y cambiantes más que por rígidas estructuras de carácter mecánico, da lugar a un número de propiedades que pueden ser entendidas como aspectos diferentes del mismo principio dinámico: la autoorganización.

La autoorganización de un sistema significa básicamente que el "orden" de su estructura y sus funciones no son impuestas por el entorno sino establecidas por el sistema mismo. Esto no quiere decir que el sistema esté aislado del entorno, por el contrario, interactúa con él continuamente sin que este determine su organización, si entendemos un proceso artístico o científico como un sistema dotado de una forma de conciencia, quiere decir que en este sistema es su forma de conciencia la que determina los posibles estados que el sistema adoptará y las operaciones que tendrán lugar en él. Y aun cuando el sistema se encuentra acoplado estructuralmente al sistema cultural, sus cambios de estado, incluyendo el dominio de perturbaciones posibles, serán determinados por su forma de conciencia y no por el sistema cultural.

Es posible definir tres lógicas de autoorganización que un sistema asume en su interacción con el entorno, a las que pueden ser referidas una serie de planteamientos tanto artísticos como científicos:

- **Lineal.** Cuando los límites entre sistema y entorno se pueden determinar en su totalidad, ambos aparecen con un contorno definido, pues se sabe qué pertenece al sistema y qué al entorno; puesto que sistema y entorno no se

alteran entre sí, hay una posición absoluta para las observaciones del sistema, un lugar privilegiado para el acceso a la verdad.

Los modelos de realidad en los que el tiempo aparece como una dimensión en equilibrio por la cual nos desplazamos en modo continuo, lineal y determinado (tiempo moderno) surgen de aquellos sistemas de conocimiento en donde reinan la certidumbre, la estabilidad y el determinismo. Estos sistemas limitan su interacción con el entorno a intercambios de información que ayuden a conservar un sentido conexo, homogéneo y coherente, tanto en los modos de estructuración interna como en sus interacciones con el entorno. En los modelos de realidad de un sistema en equilibrio, sistema y entorno se configuran como mecanismos totalmente predecibles cuyos elementos, trayectorias y comportamientos responden a un pequeño grupo de leyes ineluctables que rigen con gran precisión la evolución de cuanto existe.

- **Relativa.** Cuando los límites del sistema son alterados por el entorno, hay un conjunto de posiciones relativas para la observación. La interpretación y modelamiento del entorno observado exige una conversación entre todos los observadores posibles, pues la observación es relativa a las condiciones de observación. En este caso la interlocución no es necesariamente sólo entre sistemas de conocimiento, puede ser desplazada a instancias interiores de los sistemas mismos, se pueden establecer consensos o visiones personales y particulares sobre el entorno observado; la verdad del entorno observado se relativiza.

Artes y ciencias, sus modelos y desarrollos a través de los tiempos, pueden considerarse como la memoria de una sociedad, de una nación, de un tiempo específico. La Historia de estas manifestaciones aparece como la estructuración de esta memoria, como un sistema de referencia privilegiado.

- **Auto reflexiva.** Cuando los límites del entorno son alterados por el sistema, no hay posición exterior - ni absoluta, ni relativa - para la observación. El entorno a observar no tiene sentido como entidad aislada y sólo es comprensible como interacción, correlación, proceso o evento entre varios sistemas de observación e interpretación.

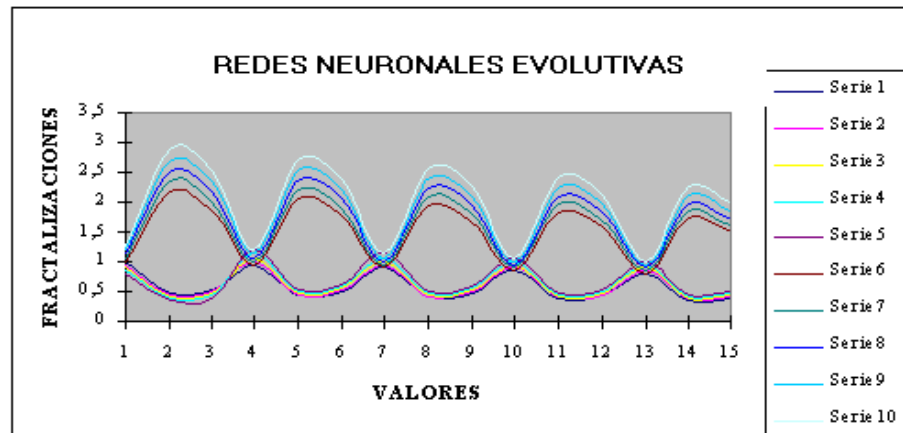
A niveles subatómicos el objeto observado se comporta como onda o como partícula; para hacer comprensible la esta característica dual de la materia el físico Niels Bohr introdujo la noción de complementariedad, es decir, onda y partícula son dimensiones complementarias de la misma realidad, que al ser observada se actualiza en uno de estos dos estados, dependiendo de los sistemas de observación y medición con que es forzada a interactuar. El sistema observador altera de este modo el comportamiento del sistema observado. El objeto es deformado por el observador, lo que observa no es el objeto sino su modo de observarlo, de interactuar con él.

(Parámetros de migración) $p = \{p_{i,j} ; i, j \in K\}$ es una matriz de transición de probabilidad en K , y k una constante no negativa. Llamamos p al kernel de migración y k a la intensidad de migración. Referida a los costos evolutivos, que establecen sus parámetros de migración en función de las proyecciones simuladas por periodos en relación directa a la sección de Poincaré; es decir, el desplazamiento ergódico de $i, j \in K$. El parámetro de migración establecido es a

partir de la tasa de proyección que se asigne en la organización pudiendo ser la del costo de capital, estableciéndose en función directa de ciclo de producción.

(Tendencia de movimiento Browniano) $\{w_i : i \in K\}$ es un sistema de movimientos Brownianos estándar independientes en \mathfrak{R} los cuales describen el ruido en el sistema. Determinado por el procedimiento tres del modelo de redes neuronales evolutivas en donde se fractalizan las redes neuronales evolutivas en función de la curva normal; y estableciendo un sistema Browniano recursivo, (esta parte del modelo genera la gráfica de redes neuronales evolutivas recursiva).

SIMETRIA DE PUNTOS					ESPEJO				
1	1	0,9433962	0,8899964	0,8396193	0,7920937	1	1,06	1,1236	1,191016
2	0,45566528	0,4258554	0,3979957	0,3719586	0,3476249	2,1945934	2,3482149	2,51259	2,6884713
3	0,53415479	0,4945878	0,4579516	0,4240293	0,3926197	1,8721165	2,0218858	2,1836367	2,3583276
4	0,94339623	1	1,06	1,1236	1,191016	0,9433962	1	1,06	1,1236
5	0,4258554	0,4514067	0,4784911	0,5072006	0,5376326	2,0703711	2,2152971	2,3703679	2,5362936
6	0,49458777	0,524263	0,5557188	0,5890619	0,6244057	1,7661477	1,9074395	2,0600346	2,2248374
7	0,88999644	0,9433962	1	1,06	1,1236	0,8899964	0,9433962	1	1,06
8	0,3979957	0,4218754	0,447188	0,4740192	0,5024604	1,9531803	2,0899029	2,2361961	2,3927299
9	0,45795164	0,4854287	0,5145545	0,5454277	0,5781534	1,666177	1,7994712	1,9434289	2,0989032
10	0,83961928	0,8899964	0,9433962	1	1,06	0,8396193	0,8899964	0,9433962	1
11	0,3719586	0,3942761	0,4179327	0,4430086	0,4695892	1,8426229	1,9716065	2,106519	2,2572923
12	0,42402929	0,4494711	0,4764393	0,5050257	0,5353272	1,5718651	1,6976143	1,8334235	1,9800974
13	0,79209366	0,8396193	0,8899964	0,9433962	1	0,7920937	0,8396193	0,8899964	0,9433962
14	0,34762486	0,3684823	0,3905913	0,4140268	0,4388684	1,7383235	1,8600062	1,9902066	2,129521
15	0,39261972	0,4161769	0,4411475	0,4676164	0,4956733	1,4828916	1,601523	1,7296448	1,8680164

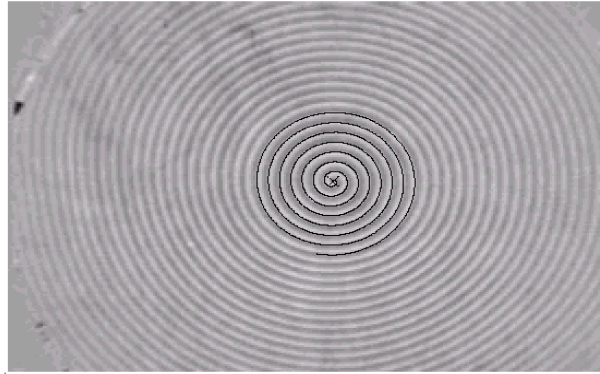


En el modelo anterior se observa el criterio de evolución de las redes neuronales manteniendo la simetría, y partir de éste, se genera un fractal con las características de autosimilaridad y recursividad, que hace posible aplicar la autoreflexión, para entender el proceso de dirección y control de las organizaciones con tan sólo el cambio de la simetría de la figura fractal. Esta gráfica es de tipo circular porque los datos son recursivos y las tendencias autosimilares de la gráfica se dan de igual forma para la derecha como para la izquierda.

(Coeficiente de difusión g) El coeficiente de difusión $g : \mathfrak{R} \rightarrow \mathfrak{R}_+$ es asumido para satisfacer las siguientes condiciones:

- (d1) g es localmente continua según Lipschitz,
- (d2) $g = 0$ en el complemento de un intervalo abierto I ;

(d3) g tiene a lo sumo un crecimiento cuadrático (si I no es limitado):



El coeficiente de difusión se establece a partir de la generación interactiva de las redes neuronales evolutivas jerárquicamente estableciendo los periodos de desarrollo ergódico, que en este caso es tridimensional y se desarrolla en simetrías de puntos fijos (donde cada simetría es un periodo de tiempo en el espacio de producción fijado por la gerencia). Ver figura abajo.

$$\limsup_{|r| \rightarrow \infty} \frac{g(r)}{r^2} < \infty.$$

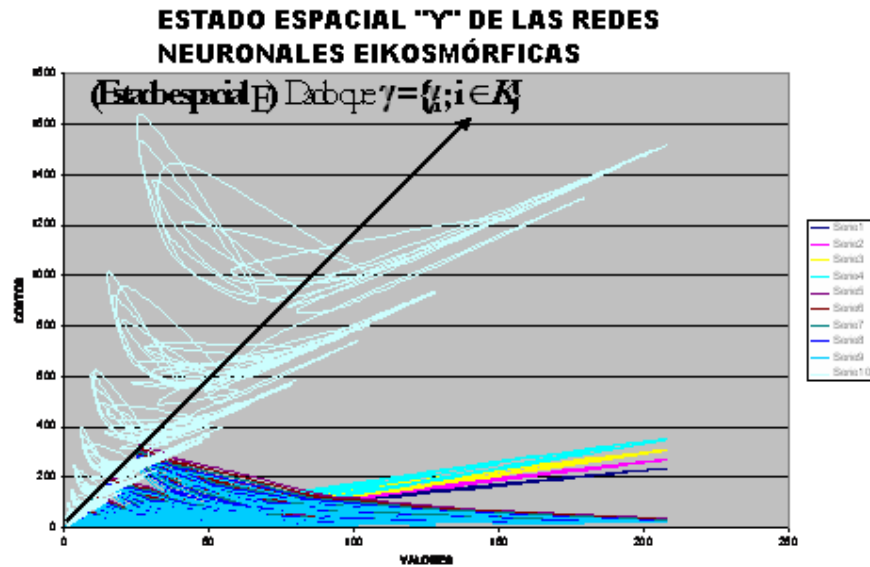
El límite permisible del coeficiente de difusión “ g ”, para todo r^2 es menor que infinito en vista que las características de producción se establecen en función de la simetrías de puntos, que forma parte del proceso.

Los espacios en la que se mueve el sistema de costos están definidos como difusiones entrelazadas y son coherentes con el crecimiento cuadrático que se sustenta en las similitudes de las simetrías de puntos fijos de la sección de Poincaré.

Por otro lado, esta misma simetría nos permite asociarlas con la dinámica de producción en relación al control mediante redes y determinar con claridad que una pequeña variación en el vórtice con respecto a su simetría, cambiará el curso del planeamiento estratégico de la organización, notándose inmediatamente las variaciones con respecto al estándar a nivel macro. En este caso se determinará el sistema correctivo automático por autopoiesis.

En los procesos anteriores, (el de las organizaciones tradicionales) no se notaba como esta variación afectaba al proceso (debido a que no se fractalizaba) y como no se notaba las pequeñas variaciones, que luego de un periodo largo (por difusión de fases) el sistema se volvía inestable y caótico.

(Estado espacial E) Dado que $\gamma = \{\gamma_i ; i \in K\}$ sea positiva (estrictamente), “medida de referencia” sumable independiente de satisfacer g . El estado espacial es de tipo tridimensional, recursivo, simétrico y reflexivo y se muestra como un vórtice con una tendencia γ .



Este "vórtice de redes neuronales" es el atractor ergódico de un sistema en función de iteración de similitudes y las transformaciones que son escogidas (una transformación de similitud es una composición de una rotación, una escamadura y una traducción). Uno puede ver estas transformaciones en el diagrama: uno envía el espiral entero hacia el fondo del valor correcto; uno traza el sistema general al fondo; y la última traza el sistema de redes neuronales hacia la copia más pequeña del sistema. Un punto entonces es escogido al azar, así como la sucesión de los mapas donde se aplico el punto. Uno puede mostrar que el 'atractor' es independiente del punto inicial y es el mismo para el "todo siempre" en sucesión a los mapas que se aplican a los puntos.

$$\sum_i \gamma_i p_{i,j} \leq \Gamma \gamma_j, \quad j \in K,$$

Se tiene:

para alguna constante Γ , y dado que

$$\mathbf{IE} := \{z \in \bar{I}^K; \|z\| < \infty\}$$

$$\|z\| := \sum_{i \in K} \gamma_i |z_i|.$$

El conjunto convexo E es dotado con la topología de convergencia de componentes Inteligentes.

Comentario 1

Escribiendo $P_\mu = P_\mu^g$ para la distribución de X si esta empieza con la ley $\mu = \zeta(X(0))$, y $P_z = P_z^g$ en el caso especial $\mu = \delta_z$ (medida Dirac en $z \in E$). El estado inicial aleatorio $X(0)$ es siempre asumido para ser *independiente* de las tendencias de movimiento Browniano $\{w_i : i \in K\}$.

Y Es decir el movimiento Browniano, para el sistema de redes neuronales evolutivas, se convierte en determinístico, en relación a Y .

Comentario 2

(i) Note que la solución consistente de (1) es un *proceso Markov con rutas continuas*. Claro está que si los costos muestran una tendencia autosimilar, se establece un continuo en relación al todo. Es decir, la construcción del modelo de redes neuronales comienza con un comportamiento según la series de Fourier, (como ramificaciones), y luego hacia una transformada orientándose a las cadenas de Markov (formando redes ergódicas), y secuencialmente se da la transformada en *wavelets* (ondas que actúan como sensores y detectores de errores o anomalías)

(ii) Para la construcción de una única solución para las ecuaciones de este tipo, ver Shiga y Shimizu [SS80].

(iii) Note además, que hay algunas libertades en la elección del intervalo de referencia I_i , pero además adicionalmente en la elección de la medida de referencia γ .

(iv) La condición de integrabilidad $\|z\| < \infty$: previene que $\sup_{i \in K_d} |z_i|$ crezca tan rápidamente como $d \rightarrow \infty$, donde $\{K_d\}$ es cualquier secuencia de subconjuntos finitos de K los cuales incrementan K . Respecto a conjuntos infinitos sigue la ruta de George Cantor, en relación directa que las iteraciones se convierten en agregados de conjuntos continuos e infinitos.

(v) Como en [LS81], una medida de referencia puede siempre ser definida por

$$\gamma_i := \sum_{m=0}^{\infty} \Gamma^{-m} \sum_j \beta_j p_{j,i}^{(m)}, \quad i \in K,$$

Donde $\Gamma > 1$ y $\beta_j > 0$ para todo $j \in K$; así como también $\sum_j \beta_j < \infty$.

$$\sup_{i \in K} \int \mu(dz) |z_i| < \infty$$

Comentario 3 Si una ley de probabilidad μ en \mathcal{I}^K satisface que

Entonces $\mu(E) = 1$ (con E de (e)). De aquí, cada μ puede servir como ley inicial del proceso Markov X .

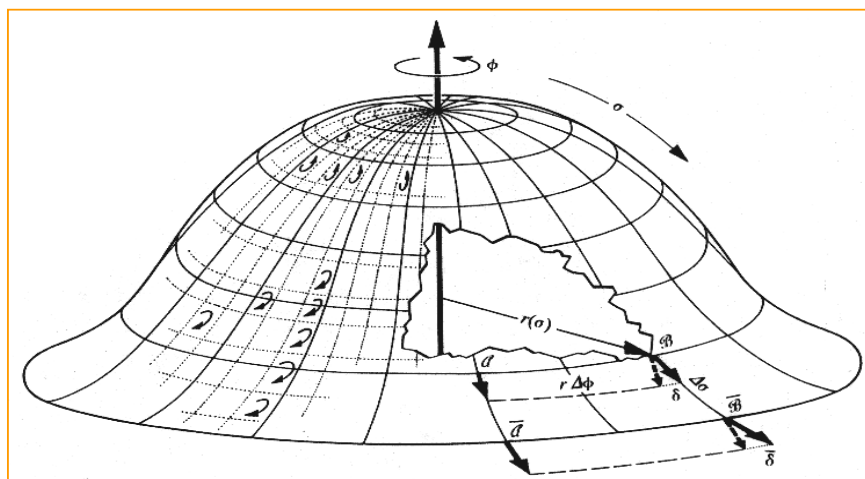
Cabe notar, que el modelo es de tipo estocástico y a la vez incompleto.

(coeficientes de difusión) El conjunto denominado K es frecuentemente el espacio de \mathbb{Z}^d o un grupo jerárquico Ξ (ver por ejemplo [FG94a] y [Kle95]), considerando que para el coeficiente de difusión g los siguientes casos especiales han sido intensamente estudiados (ver por ejemplo [CG94, CGS94a, Deu94, FG94a, Shi92] y sus referencias):

		I	$g(r)$ on I
(i)	<i>Fisher-Wright</i>	$(0, 1)$	$cr(1-r)$
(ii)	<i>Ohta-Kimura</i>	$(0, 1)$	$cr^2(1-r)^2$
(iii)	<i>Feller's branching diffusion</i>	$(0, +\infty)$	cr
(iv)	<i>linear random potential</i>	$(0, +\infty)$	cr^2
(v)	<i>critical Ornstein-Uhlenbeck</i>	\mathbb{R}	c

donde c es siempre una constante positiva (factor de escalamiento). El factor de escalamiento permite que se forme la holografía en espiral de las redes neuronales evolutivas en continuo. Esta característica permite ubicar las fallas en cualquier proceso o algoritmo.

Por otro lado, la recursividad del proceso se nota por que sigue la ruta de Poincaré, una y otra vez, formándose simetrías recursivas a lo largo de todo el proceso.



Además, la comparación de difusiones posee una nube de puntos bastante densa, que la estadística tradicional no puede contenerla por lo que para el desarrollo de tal difusión se debe utilizar un mecanismo mas complicado, tal como un curva de tres dimensiones.

El coeficiente de Fisher- Wright, trabaja perfectamente en el sistema tridimensional, puesto que la cantidad de datos infinitos (nube de puntos), son explicados con más detalles.

Asimismo, esta curva permite determinar la ubicación dentro de las probabilidades de éxito y de fracaso en relación a la simetría de puntos, como una expresión de control y dirección de las organizaciones. Es decir controla la nube de puntos de la generación de redes neuronales evolutivas, tal es así que matemáticamente las variaciones serán determinadas con mayor precisión.

Primero que todo, las declaraciones sobre difusiones entrelazadas frecuentemente son demostradas por el método de momentos. Segundo, limitando declaraciones en la formación del *clusters* como en el teorema 1-5 de [FG94a], en el caso especial de coeficientes de difusión (restringidas) de Fisher-Wright, no depende del factor de escalamiento ϵ^{ϵ} (y es continuo en ϵ). Por consiguiente el teorema de la comparación es una herramienta poderosa para extender resultados del caso de Fisher-Wright a coeficientes generales de difusión g en $(0; 1)$ (**universalidad**).

La prueba final esta que la difusión del coeficiente Fisher-Wright, es universal, y sobre todo para la aplicación entrelazada de redes neuronales, en donde se establece la clusterización ergódica.

Función de base elíptica. La versión básica de red neuronal recursiva de las redes neuronales basadas en la decisión, discutidas anteriormente, se basa en asumir que el espacio de características es uniformemente normalizado en todas direcciones en función de la distribución de Fisher-Wright. En la práctica, de todas formas, distintas características pueden tener distintos grados de recursividad dependiendo en el modo que sean medidos. Esto lleva a la adopción de funciones discriminantes elípticas más versátiles. En la práctica y para la mayoría de las aplicaciones, la función discriminante red neuronal recursiva se convierte en una aproximación al vórtice de redes evolutivas fractales.

A modo de síntesis, debemos señalar que el desarrollo de las redes neuronales evolutivas y su adecuación a su teoría ergódica, presenta un nuevo matiz de inducción matemática en beneficio directo de las organizaciones inteligentes en donde la metanoia esta relacionada al constante cambio de enfoque como consecuencia de la constante adaptación al cambio.

En todo caso, en el mundo real, la aplicación de modelo de redes neuronales evolutivas es práctico debido a que garantiza su funcionamiento, como resultado y consecuencia natural de que este modelo es isomórfico, y que parte de una simulación del sistema de redes neuronales en forma dinámica y su correspondiente analogía al sistema de tiempo real. Es decir, así como el sistema nervioso se encuentra en todos los lugares del cuerpo humano, así también se encuentran las redes neuronales eiksmórficas evolutivas en toda la organización y sociedad inteligente.

Como las redes neuronales evolutivas se encuentran en tiempo real, en forma dinámica, y en constante movimiento su utilización mas relevante es la de dirigir, controlar organizaciones interconectadas en redes dentro de medios locales, regionales, nacionales, continentales y globales. Recurriendo a los eventos concurrentes de la pagina Web y al sistema virtual.

El modelo matemático que se presenta serviría como base para la elaboración de los protocolos necesarios para diseñar el sistema blando correspondiente a un modelo de sistema viable y de difusiones entrelazadas.

Es evidente que el modelo de redes neuronales evolutivas puede ser utilizado ampliamente dentro del sistema virtual. Es decir es requisito indispensable que la organización posea un sitio web, de tal manera que el usuario autorizado acceda desde cualquier lugar y en cualquier momento, de forma que las configuraciones de decisión y control sean óptimas.

Conclusiones especiales:

1. La interacción entrelazada en y entre diferentes ciencias de manera eiksmórfica precisó la creación del nuevo concepto de autoorganización: la codificación de señales bioelectromagnéticas y fisiológica del código nervioso hacia un código de barras personalizado.
2. La precisión del código personalizado encuentra sus bases científicas en la mecánica cuántica, específicamente en la longitud de onda y las interacciones del comportamiento del electrón: de los pares de Cooper y el principio de Pauli.
3. La dinámica del electrón, interacciona con el potencial evocado formado escaleras del espectro de luz, que son los se han captado en el monitor del mecanismo de potencial evocado. La absorción y emisión de energía del electrón forma las escaleras cuánticas y la sensación del color en la retina del ojo humano. Es aquí en donde se articula la naturaleza de la luz en el ojo humano y la recepción de señales bioelectromagnéticas del potencial evocado.
4. Las señales bioelectromagnéticas están en relación directa con las latencias provocadas.
5. la recepción de estas latencias en minivoltios es registrada en la máquina de potencial evocado, estas señales son llevadas hacia las series de Fourier, son convertidas en *wavelet* y transformadas como ondas de Laurent circulares. Éstas a su vez se transforman en fractales, que a su vez determinan el paquete de ondas codificables. El código nervioso es a su vez transformado en código de barras.
6. El código de barras se grafica y nos muestra la señal fisiológica de identidad personalizada.
7. A diferencia de código ADN, (sistema duro), el código nervioso o código bioelectromagnético (sistema blando), es más preciso, porque a nivel cuántico el electrón se comporta como onda de sucesiones periódicas entre picos y senos. Esta deducción permite aseverar que la señal bioelectromagnética captada es portadora de mucha información sobre el cerebro, situación que nos permite aplicar esta información para otros múltiples usos como, análisis de inteligencias, tratamientos psiquiátricos, modelos de conducta...etc.
8. Todos los códigos son sistemas alfanuméricos cuyos detalles se descifran siempre matemáticamente.
9. Para efectos de una codificación efectiva es necesario detallar el modelo propuesto por contrastación.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES GENERALES

1. Mediante la implementación de un sistema de potencial evocado se logró viabilizar la codificación del registro médico de potenciales evocados mediante código de barras.
2. Se puede agilizar la aplicación del código nervioso digital, pues no es necesario hacerlo sobre el sistema general sino simplemente en el lineal.
3. Por medio del código de barras se puede realizar un rápido control y selección de personal.
4. Usando estadísticas de redes sociales, el código de barras permite conocer las referencias personales en cada momento pudiendo extraer conclusiones de la persona en forma rápida y segura.
5. Mediante la implementación de un procedimiento algorítmico a partir de la emisión de señales bioelectromagnéticas del potencial evocado se logró viabilizar la detección de señales fisiológicas capaces de crear un sistema de identificación personal.
 - 5.1. Mediante la implementación de un procedimiento algorítmico a partir de la matematización de las señales neuronales se logró viabilizar la codificación bioelectromagnética.
 - 5.2. Mediante la implementación de un procedimiento algorítmico se detalló un código nervioso personalizado.
 - 5.3. Mediante la implementación de un procedimiento algorítmico se detalló un modelo que interconecta con códigos a las personas dentro del sistema virtual.
6. El nuevo procedimiento de codificación por barras es ágil y fácil de aplicar, pues no es necesario hacerlo sobre el sistema general sino simplemente en lo específico y lineal.

RECOMENDACIONES

1. El modelo de codificación es un sistema viable de difusiones entrelazadas con el sistema de codificación por potencial evocado y es un modelo que se inclina a que la sociedad se organice de mejor manera. Para lo cual se requiere de estudio más profundo.
2. En la implementación y coordinación del modelo de difusiones entrelazadas, con el sistema de codificación los procesos de interconexión social, requieren de un planteamiento de adecuación al nuevo sistema. Modelamiento que requiere mayor investigación aplicada a sistemas sociales.
3. El sistema de codificación debe ser elaborado muy cuidadosamente, ya que el protocolo de generación de códigos nerviosos debe ser concordante con el protocolo del código de barras.
4. El manejo de códigos nerviosos, dentro de la red social mediante código de barras, debe ser motivo de estudio mas profundo dentro de la teoría ergódica.
5. El código de barras, que a su vez generó los registros individuales específicos, fueron tomados en forma aleatoria en los hospitales donde se experimento el modelo general de potencial evocado. Es recomendable que se continúen estos estudios con un mayor número de muestras y en diferentes centros hospitalarios.
6. Es recomendable continuar los estudios relacionados a generación de señales bioelectromagnéticas en lo relacionados a:
 - 6.1. El procesamiento de señales bioelectromagnéticas con resultados matemáticos de mas decimales con la posibilidad de encontrar en alguna fase mayor información.
 - 6.2. El nuevo procedimiento exige que se construya un servomecanismo mejor que el potencial evocado y portátil, con la finalidad de utilizarlo en tiempo real en cualquier circunstancia.
 - 5.3. El algoritmo modelo que se presenta en esta tesis, es universal y se puede utilizar en todo tipo de señales, como electrocardiogramas, encefalocardiogramas y todos aquellos relacionados a captación de diagnósticos médicos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Aleksander I (ed.) (1989): *Neural Computing Architectures, The Design of Brain-Like Machines*, 401 pp. The MIT Press, Cambridge, Mass.
2. Adler, Alfred. (1929). The science of living. New York: Greenberg.
3. Ames, W. F., and C. Rogers, (Eds.) (1992). Nonlinear equations in the applied sciences. San Diego, CA: Academic Press.
4. Artigiani, Robert. (1991). Model of societal self-organization. In Time, rhythms, and chaos in the new dialogue with nature, George Scott (Ed.). Freeman, SD: Pine Hills Press.
5. Andersson JA, Rosenfeld E (eds.) (1988): *Neurocomputing: Foundations of Research*, 729 pp. MIT Press, Cambridge, Mass.
6. Baker, G., and Gollub, J. (1990). Chaotic dynamics: An introduction. Cambridge: Cambridge University Press.
7. Bullock, T. H., R. Orkand, and A. Grinnell (1977): Introduction to Nervous Systems. San Francisco: Freeman.
8. Cosenza, M.G., and Swift, J.B. (1990). Scaling properties of multifractal functions at an attractor-repeller transition. Physical Review A, 41 (12), 6615-6620.
9. Dawkins, R. (1976). The selfish gene. Oxford: Oxford University Press.
10. Dobzhansky, Theodosius. (1962). Mankind evolving. New Haven, CT: Yale University Press.
11. Feigenbaum, Mitchell. (1978). Quantitative universality for a class of nonlinear transformations. Journal of Statistical Physics, 19, 25-32.
12. Feigenbaum, Mitchell. (1983). Universal behavior in nonlinear systems. In Nonlinear dynamics and turbulence, Barenblatt, G., Iooss, G., and Joseph, D., (Eds.). Boston: Pittman Press.
13. Gleick, James. (1987). Chaos: Making a new science. New York: Viking Press.
14. Groot, S.R. de. (1962). Non-equilibrium thermodynamics. New York: Interscience Publishers.
15. Heidegger, Martin. (1962). Being and time. New York: Harper and Row.
16. Heisenberg, Werner. (1958). Physics and philosophy. New York: Harper and Row.
17. Kandel, Eric R., James H. Schwartz, and Thomas M. Jessell (2000): Principles of Neural Science, 4th ed. McGraw-Hill.
18. Kandel, Eric R. (2001): The Molecular Biology of Memory Storage: A Dialogue Between Genes and Synapses. Science Vol. 294, 1030-1038
19. Mill, J.S. A System of Logic, 8ª ed., 1872, Libro VI, capítulo IX, sección 3; ibid., capítulo VI, sección 2; e ibid., capítulo VII, sección 1.
20. Miller, David, Popper, Escritos Selectos Primera reimpresión, 1997, Ed. Fondo de Cultura Económica, México.
21. Fatt P, Katz B (1951): An analysis of the end-plate potential recorded with an intracellular electrode. *J. Physiol. (Lond.)* 115: 320-70.
22. Hille B (1970): Ionic channels in nerve membranes. *Prog. Biophys. Mol. Biol.* 21: 1-32.
23. Loewenstein WR (1959): The generation of electric activity in a nerve ending. *Ann. N.Y. Acad. Sci.* 81: 367-87.
24. Stevens CF (1968): Synaptic physiology. *Proc. IEEE* 56:(6) 916-30. (Special issue on studies of neural elements and systems).

25. Takeuchi A, Takeuchi N (1960): On the permeability of end-plate membrane during the action of transmitter. *J. Physiol. (Lond.)* 154: 52-67.
26. May, R.M. (1974). Stability and complexity in a model ecosystem. Princeton, NJ: Princeton University Press.
27. May, R.M. (1976). Simple mathematical models with very complicated dynamics, *Nature*, 261, 459-476.
28. Miller KD (1992): The Use of Models in the Neurosciences. *Semin. Neurosci.* 4:(1) 92. (Special issue).
29. Mill, J.S. A System of Logic, 8ª ed., 1872, Libro VI, capítulo IX, sección 3; *ibid.*, capítulo VI, sección 2; e *ibid.*, capítulo VII, sección 1.
30. Miller, David, Popper, Escritos Selectos Primera reimposición, 1997, Ed. Fondo de Cultura Económica, México.
31. Nicholls, John G., A. Robert Martin and Bruce G. Wallace (1992): From Neuron to Brain. 3rd eds Sinauer Associates, Inc..
32. Ortiz CP. El nivel conciente de la memoria, hipótesis de trabajo 117 Pág. Fondo Editorial Universidad de Lima, 1998.
33. Ortiz CP. El sistema de la personalidad. Lima: Orión; 1994.
34. Ortiz CP. La formación de la personalidad. Lima: Dimaso Editores; 1997.
35. Ortiz CP. El componente moral de la personalidad. *Revista de Filosofía Reflexión y Crítica (UNMSM)*. 1997;1:239-52.
36. Ortiz CP. Aspectos neurológicos de la motivación y la voluntad. *Rev Per De Neurología*. 2002;(2-3):21-37.
37. Ortiz CP. Cuadernos de psicobiología social 2: El nivel conciente de la actividad personal. Lima: Fondo Editorial de la UNMSM; 2004.
38. Nunez PL (1981): *Electric Fields of the Brain: The Neurophysics of EEG*, 484 pp. Oxford University Press, New York.
39. Penfield W, Rasmussen T (1950): *The Cerebral Cortex of Man: A Clinical Study of Localization of Function*, 248 pp. Macmillan, New York.
40. Popper, Kart, Escritos Selectos de Popper, Editorial Fondo de Cultura Económica, México, 1,999.
41. Popper, Kart, Escritos Selectos de Popper, Editorial Fondo de Cultura Económica, México, 1,999.

BIBLIOGRAFÍA SOBRE DIFUSIONES ENTRELAZADAS (con notación especial)

42. [SP90] Senge, Peter SENGE, Peter (1990). La Quinta Disciplina. Editorial Granica.
43. [BCG94] M. Bramson, J.T. Cox, and A. Greven. Ergodicity of critical spatial branching processes in low dimensions. *Ann. Probab.*, 21:1946{1957, 1994.
44. [BCGdH95] J. Baillon, P. Clement, A. Greven, and F. den Hollander. On the attracting orbit of a nonlinear transformation arising from renormalization of hierarchically interacting difusions: The noncompact case. Preprint, 1995.
45. [CG94] J.T. Cox and A. Greven. Ergodic theorems for infinite systems of locally interacting difusions. *Ann. Probab.*, 22(2):833{853, 1994.
46. [CGS94a] J.T. Cox, A. Greven, and T. Shiga. Finite and infinite systems of interacting difusions. *Probab. Theory Relat. Fields*, (to appear), 1994.
47. [CFG96] Comparison of interacting diffusions and an application to their ergodic theory (with K. Fleischmann and A. Greven). *Prob. Th. Rel. Fields* 105 (1996), 513-528.
48. [CGS94b] J.T. Cox, A. Greven, and T. Shiga. Finite and infinite systems of interacting difusions, part 2. Technical report, Syracuse Univ., 1994.

49. [Daw77] D.A. Dawson. The critical measure diffusion process. *Z. Wahrsch. verw. Gebiete*, 40:125,145, 1977.
50. [Deu94] J.-D. Deuschel. Algebraic L^2 decay of attractive critical processes on the lattice. *Ann. Probab.*, 22(1):264, 283, 1994.
51. [DFFP86] D.A. Dawson, K. Fleischmann, R.D. Foley, and L.A. Peletier. A critical measure-valued branching process with infinite mean. *Stoch. Analysis Appl.*, 4:117, 129, 1986.
52. [EK86] S.N. Ethier and T.G. Kurtz. *Markov Processes: Characterization and Convergence*. Wiley, New York, 1986.
53. [FG94a] K. Fleischmann and A. Greven. Diffusive clustering in an infinite system of hierarchically interacting diffusions. *Probab. Theory Relat. Fields*, 98:517, 566, 1994.
54. [FG94b] K. Fleischmann and A. Greven. Time-space analysis of the cluster-formation in interacting diffusions. Preprint WIAS Berlin, Nr. 122, 1994.
55. [GS69] I.I. Gikhman and A.V. Skorohod. *Introduction to the theory of random processes*. W.B. Saunders Co., Philadelphia, 1969.
56. [Kle95] A. Klenke. Different clustering regimes in systems of hierarchically interacting diffusions. *Ann. Probab.*, to appear 1995.
57. [Lig85] T.M. Liggett. *Interacting Particle Systems*. Springer-Verlag, New York, 1985.
58. [LS81] T.M. Liggett and F. Spitzer. Ergodic theorems for coupled random walks and other systems with locally interacting components. *Z. Wahrsch. Verw. Gebiete*, 56:443{468, 1981.
59. [RY91] D. Revuz and M. Yor. *Continuous martingales and Brownian motion*. Springer, Berlin, Heidelberg, New York, 1991.
60. [Shi80] T. Shiga. An interacting system in population genetics. *J. Mat. Kyoto Univ.*, 20:213, 242, 1980.
61. [Shi92] T. Shiga. Ergodic theorems and exponential decay of sample paths for certain interacting diffusion systems. *Osaka J. Math.*, 29:789, 807, 1992.
62. [SS80] T. Shiga and A. Shimizu. Infinite-dimensional stochastic differential equations and their applications. *J. Mat. Kyoto Univ.*, 20:395, 416, 1980.
63. [ZR96] Zárate, Armando; Robertson, Alex Tendencias de la Administración en el III Milenio. Edit. Graf, 1,996.
64. [Z99] Zárate, Armando Administración de Sistemas Inteligentes. Edit. Universidad de San Martín de Porres, 1,999
65. [Z99] Zárate,Armando, Costos Evolutivos para Optimizar Organizaciones Inteligentes. Edit. Universidad de San Martin de Porres, 2000.
66. [Z2004] Zárate, Armando, Evolución de las Organizaciones Inteligentes. Artículo Científico, 20004.

ANEXOS

Anexo 1: teoría de la codificación social del Dr. Pedro Ortiz C.

Anexo 2: sistemas de codificación.

Anexo 3: documentos base experimental.

ANEXO 1: TEORÍA DE LA CODIFICACIÓN SOCIAL DE PEDRO ORTIZ

PSICOBIOLOGÍA DE ORTIZ

Existe una diversificación de raíz biopsicológica, producida por las combinaciones de los patrimonios genéticos y las variadísimas circunstancias ambientales. Hay también una diversificación de tipo psicocultural e incluso quedan así ilustradas las raíces biopsicológicas de la diversificación humana.

Toda especie sexuada produce individuos distintos, no sólo por el número casi ilimitado de combinaciones entre dos patrimonios hereditarios, sino también por la extrema diversidad de condiciones, alimentos, influencias y albueros que afectan a la formación del embrión y, luego, del recién nacido. Cuanto más complejas son las especies, mayores son las diversidades individuales. Por lo que concierne a Homo, la diversificación aumenta, se multiplica, se intensifica con los acontecimientos, accidentes de la infancia y de la adolescencia, con la conformidad o la resistencia a las influencias familiares, culturales o sociales. Desde sus orígenes el hombre andaba en grupos. Es un animal social.

CODIFICACIÓN CEREBRAL DE PEDRO ORTIZ

HIPÓTESIS ACERCA DE LA CODIFICACIÓN DE LA INFORMACIÓN SOCIAL EN EL CEREBRO

En el proceso de la construcción de los modelos en esta tesis, se ha tomado como base las teorías, libros y exposiciones de Pedro Ortiz Cabanillas, por que él plantea que la información es la base del desarrollo de la sociedad, y por lo tanto esta información es toda estructura fisicoquímica y neurofísica, que se organiza neguentrópicamente a todos miembros de esta sociedad.

PROCESOS DE DETERMINACIÓN

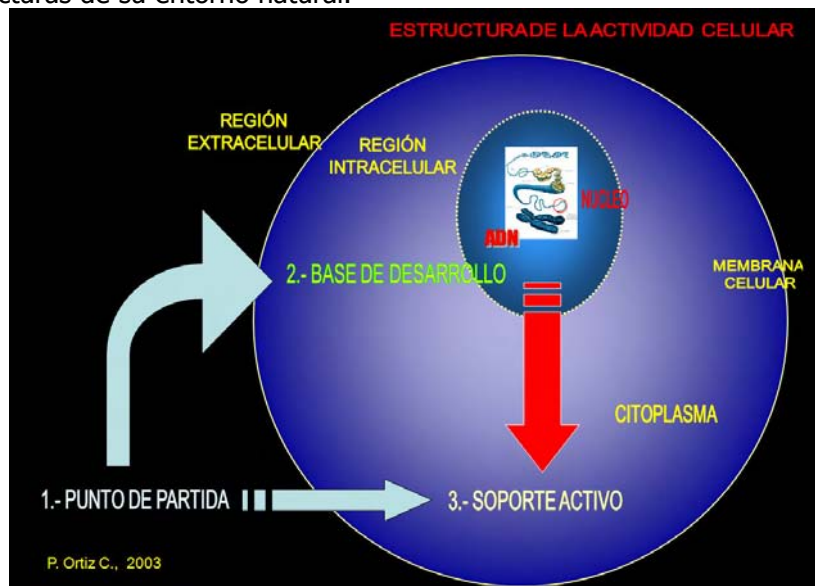
1. DETERMINACIÓN CAUSAL



2. DETERMINACIÓN INFORMACIONAL



El ser Humano en su estructura microbiológica, es un ser autopoietico, que se asemeja a otras estructuras de su entorno natural.



En esta diapositiva de P. Ortiz, se tomó de base para armar el contexto de la tesis, por que hace mención que toda información se asemeja a su estructura material.

LA INFORMACIÓN ES LA BASE DE DESARROLLO DEL SISTEMA VIVO

INFORMACIÓN ES TODA ESTRUCTURA FISICOQUÍMICA CUYA ACTIVIDAD ORGANIZA NEGUENTRÓPICAMENTE A TODOS LOS MIEMBROS DEL SISTEMA VIVO

ES UNA ESTRUCTURA MATERIAL INCLUIDA DENTRO DE UN SISTEMA IGUALMENTE MATERIAL, QUE AL REFLEJAR TANTO LA ACTIVIDAD INTERNA DE ESTE SISTEMA COMO LA ESTRUCTURA DEL AMBIENTE QUE LO RODEA, SU ACTIVIDAD DETERMINA LA ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA EN SU TOTALIDAD, FUESE INDIVIDUAL O SOCIAL.

P. Ortiz C. (1994, 2004)

P. Ortiz, en esta diapositiva, dio la idea para formar un modelo neurofísico, que siga la estructura neurofisiológica, es decir, que la información cerebral pueda codificarse, encodificarse y decodificarse.

CONCEPTOS QUE DEBEN REDEFINIRSE EN RELACIÓN CON EL DE INFORMACIÓN

- **ALMACENAJE, PROCESAMIENTO**
- **TRANSMISIÓN, COMUNICACIÓN**
- **MEMORIA, APRENDIZAJE**
- **CÓDIGO, CODIFICACIÓN**
 - ✓ *ENCODIFICACIÓN*
 - ✓ *DESCODIFICACIÓN*

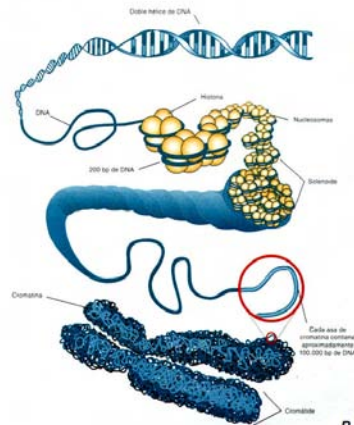
P. Ortiz C., 2006

TRANSMISIÓN Y COMUNICACIÓN

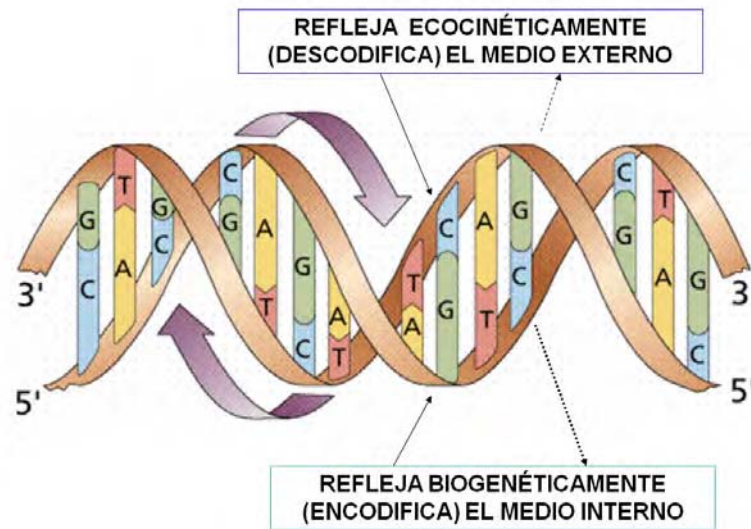
- La información se **transmite** únicamente dentro de cada individuo
- La información se **comunica** entre individuos vivos
 - Los animales, por medio de señales
 - Las personas, por medio de información social

Esta diapositiva de P. Ortiz, proporcionó la idea de formar el modelo de difusiones entrelazadas, porque como en premisas posteriores, se dice que la estructura y la información son parte de la codificación.

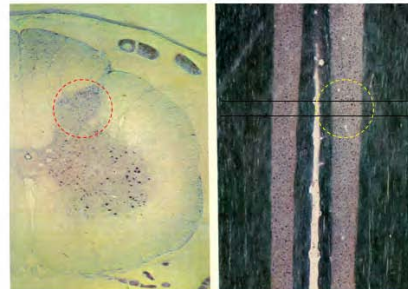
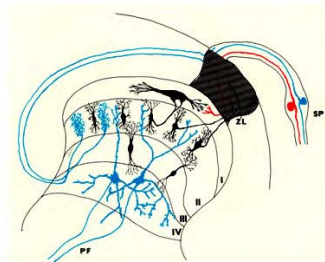
LA INFORMACIÓN GENÉTICA: EL GENOMA



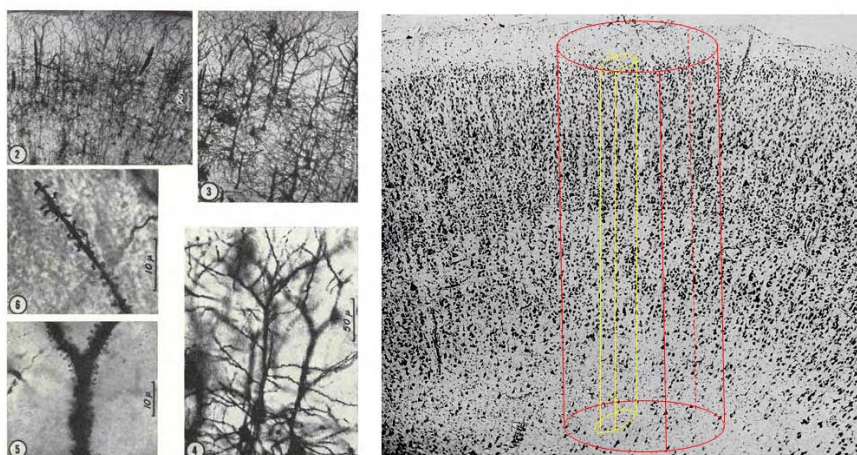
P. Ortiz C. (1994, 2004)



LA INFORMACIÓN NEURAL: LOS NÚCLEOS SUPRANEURONALES



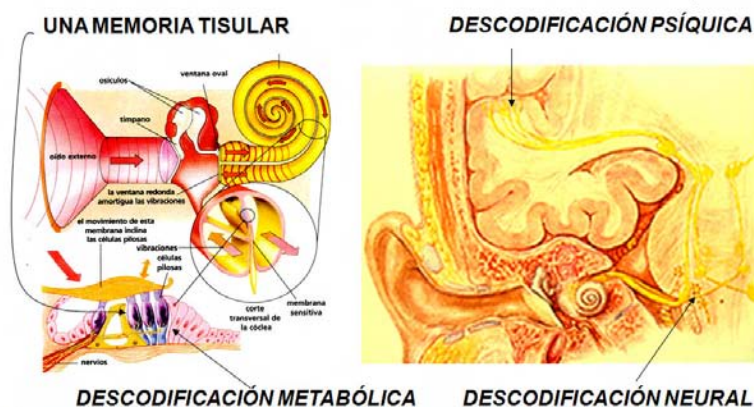
LA INFORMACIÓN PSÍQUICA INCONSCIENTE: REDES LAMINARES INTRAMODALES (SUPRACOLUMNARES) P. Ortiz C., 2006



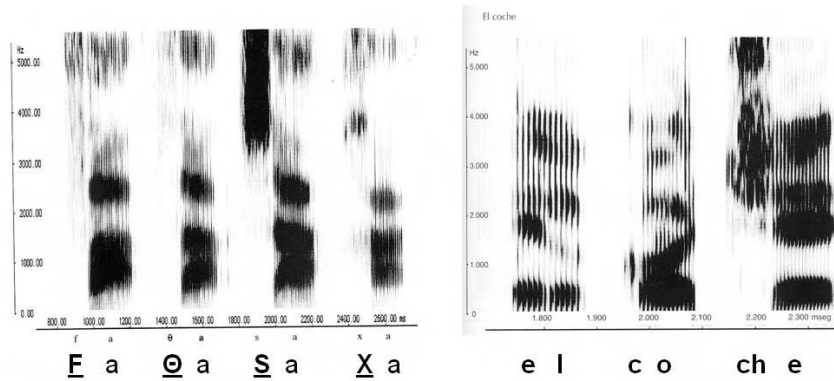
P. Ortiz hace mención que la codificación psíquica del movimiento vibratorio, nos puede mostrar más información de la que hay. Por eso se empleo el estudio y experimentos con el potencial evocado, por que nos muestra con detalle la información codificada, pero no nos muestra la codificación fractalizada de la información, por que en esta nueva codificación hay mucha más información oculta.

CODIFICACIÓN PSÍQUICA DEL MOVIMIENTO VIBRATORIO

P. Ortiz C., 2006

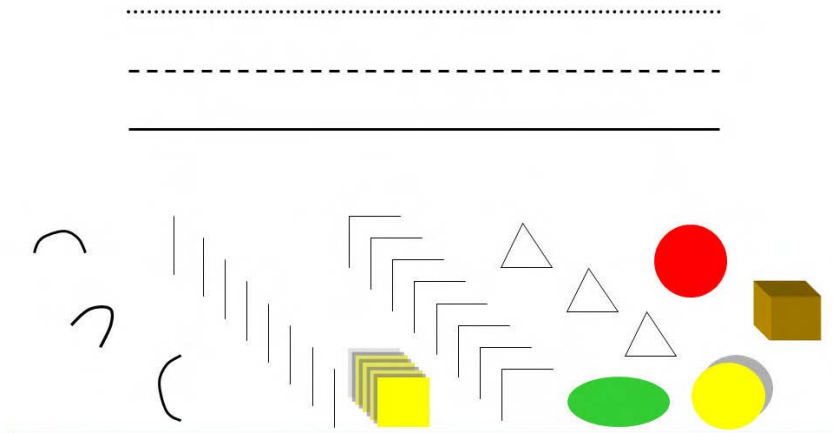


LA ENCODIFICACIÓN FÍSICA DE LOS CONCEPTOS INCONSCIENTES

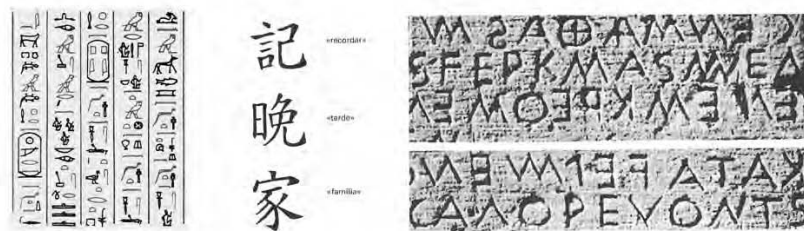


LA ENCODIFICACIÓN FÍSICA DE LAS IMÁGENES INCONSCIENTES

P. Ortiz C., 2006

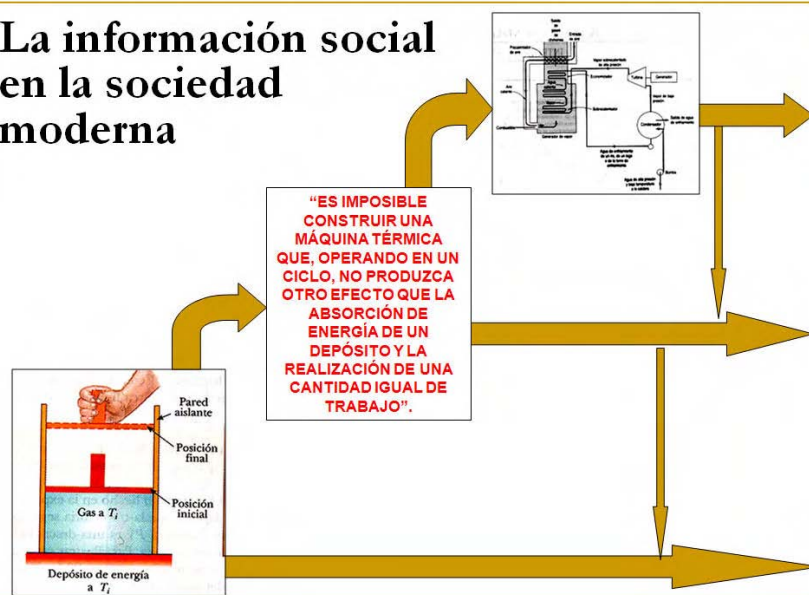


LA CODIFICACIÓN ESCRITA Y LA INFORMACIÓN CULTURAL



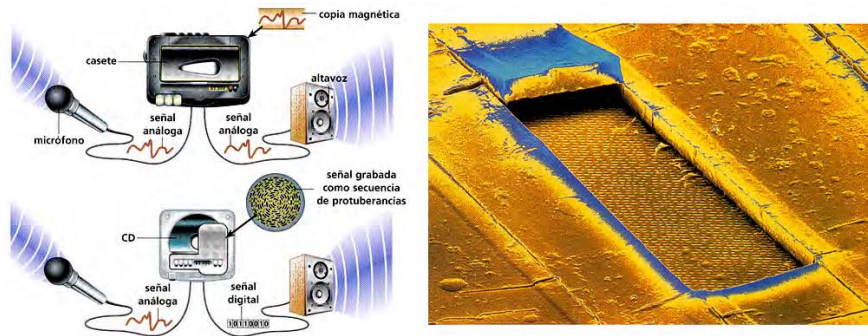
P. Ortiz C., 2006

La información social en la sociedad moderna



P. Ortiz C., 2006

MEMORIA FÍSICA PARA CODIFICAR INFORMACIÓN SOCIAL: DEL BARRO, LA PIEDRA, EL PAPIRO, EL PAPEL AL CD



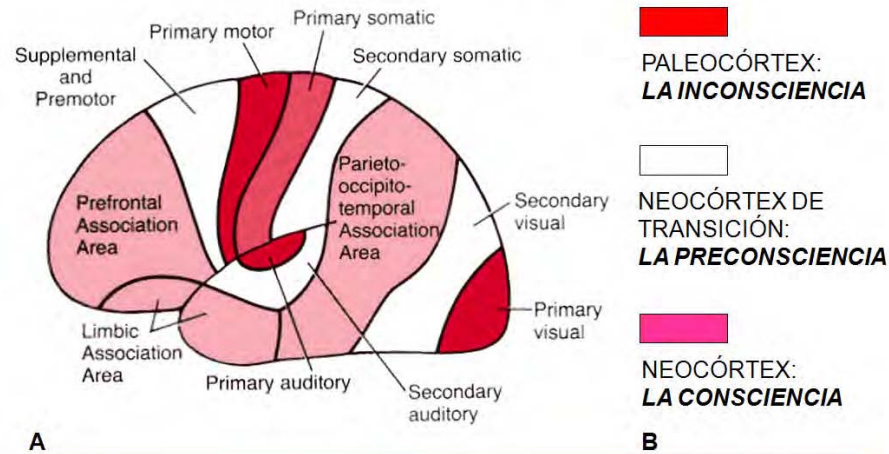
P. Ortiz C., 2006

SISTEMAS DE CODIFICACIÓN SOCIAL

- Sistemas de signos que se utilizan para codificar la información social y la información psíquica que la refleja
 - El *lenguaje*
 - La *matemática*
 - La *lógica*

P. Ortiz C., 2006

Al inventar la información social, el código verbal facilitó la formación de su conciencia



P. Ortiz C., 2006

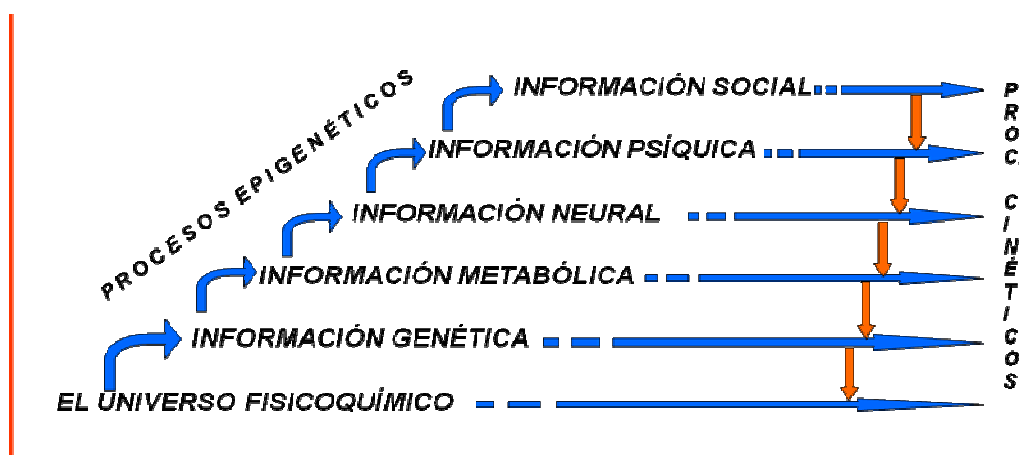
NIVELES DE CODIFICACIÓN DE LA INFORMACIÓN SOCIAL EN EL NEOCÓRTEX CEREBRAL HUMANO

- Codificación supramodal en el plano epiconsciente
- Codificación multimodal en el plano subconsciente
 - Codificación intermodal en el plano preconsciente
- Codificación neural en el nivel funcional
- Codificación sináptica en el nivel metabólico
- Codificación genética en el nivel neuronal

P. Ortiz C., 2006

“Desde 1994, (Ortiz 1994, 1996, 1997, 1999, 2004a, 2004b) ha sustentado el concepto de que el sistema vivo es un sistema material (físico y químico), no sólo ordenado, sino esencialmente organizado a partir de información”

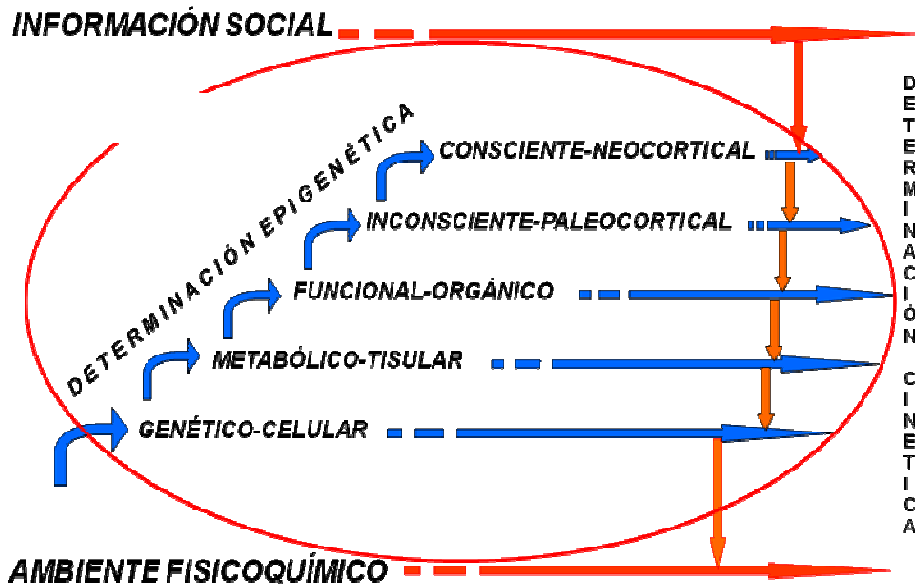
EL SISTEMA VIVO ES UN SISTEMA INFORMACIONAL



ORTIZ PC, 1994, 2004

“Lo importante es que la inferencia conativa de su teoría nos lleva a diferenciar los sistemas de información digitales o numéricos con los sistemas de información social. Situación que nos permite codificar conductas mediante señales neuronales; en todos los campos del conocimiento humano”.

NIVELES INFORMACIONALES DE LA PERSONALIDAD



Los niveles de organización de la personalidad repiten los niveles informacionales del sistema vivo en general (neocort * neocortical; paleocort • pateocortical).

"EL NERCOTEX CEREBRAL ES EL SISTEMA DE LA CONCIENCIA

1. Es un sistema que procesa información social;
2. Es un sistema de memoria que codifica dicha información social en la forma de información psíquica consciente;
3. Es un sistema semiótico que codifica la información psíquica en diversos lenguajes de naturaleza igualmente social; y
4. Es un sistema que organiza la actividad personal, pues la información psíquica consciente estructura al individuo en su conjunto a través del sistema nervioso igualmente personal."

ANEXO 2: SISTEMAS DE CODIFICACIÓN

1. Codificación digital

La codificación es el último de los procesos que tiene lugar durante la conversión analógica-digital.

Procesos de la conversión A/D.

La codificación consiste en la traducción de los valores de tensión eléctrica analógicos que ya han sido cuantificados (ponderados) al sistema binario, mediante códigos preestablecidos. La señal analógica va a quedar transformada en un tren de impulsos digital (sucesión de ceros y unos).

La codificación que se realiza mediante el sistema binario está basada en el álgebra de Boole.

2. Codificación Manchester

Codificación según el artículo original de E.G.P Thomas. La codificación Manchester, también denominada codificación bifase-L, es un método de codificación eléctrica de una señal binaria en el que en cada tiempo de bit hay una transición entre dos niveles de señal. Es una codificación autosincronizada, ya que en cada bit se puede obtener la señal de reloj, lo que hace posible una sincronización precisa del flujo de datos. Una desventaja es que consume el doble de ancho de banda que una transmisión asíncrona. Hoy en día hay numerosas codificaciones (8B/10B) que logran el mismo resultado pero consumiendo menor ancho de banda que la codificación Manchester.

La codificación Manchester se usa en muchos estándares de telecomunicaciones, como por ejemplo Ethernet.

3. Código prefijo

Un código prefijo es un código, típicamente un código de longitud variable, con la "propiedad de prefijo": ninguna palabra de código es prefijo de cualquier otra palabra de código del conjunto. Un código con las palabras de código {0, 10, 11} tiene la propiedad de prefijo; un código {0, 1, 10, 11} no la tiene, porque "1" es prefijo de tanto "10" como "11".

A los códigos prefijos también se les conoce como códigos sin prefijo y códigos instantáneos. Aunque la codificación Huffman es sólo uno de los muchos algoritmos para obtener códigos prefijos, a los códigos prefijos también se les llama "códigos Huffman", incluso cuando el código no se produjo con un algoritmo Huffman.

Usando códigos prefijo, un mensaje puede transmitirse como una secuencia de palabras de código concatenadas, sin ninguna señal fuera de banda para distinguir las palabras del mensaje. El receptor puede decodificar el mensaje sin ambigüedad, encontrando y quitando repetidamente los prefijos que forman una palabra de código válida. Esto no es posible con código que no tienen la propiedad de prefijo, como en nuestro ejemplo de {0, 1, 10, 11}: un receptor que leyera un "1" al principio de una palabra de código no sabría si éste es la palabra de código completa "1", o simplemente el prefijo de la palabra de código "10" o "11".

Los códigos Huffman de longitud variable, los prefijos telefónicos internacionales, las partes del país y la editorial del ISBN, y los códigos de sincronización secundaria usados en el estándar inalámbrico 3G UMTS W-CDMA son códigos prefijo. Los códigos prefijo también son una forma de codificación de entropía usados en compresión de datos sin pérdidas.

Los códigos prefijo no son códigos correctores de error. En la práctica, un mensaje puedes estar primero comprimido con un código prefijo, y después codificado de nuevo (con un código de corrección de errores) antes de la transmisión.

4. Unicode

Unicode es un estándar industrial cuyo objetivo es proporcionar el medio por el cual un texto en cualquier forma e idioma pueda ser codificado para el uso informático.

El establecimiento de Unicode ha involucrado un ambicioso proyecto para reemplazar los esquemas de codificación de caracteres existentes, muchos de los cuales están muy limitados en tamaño y son incompatibles con entornos multilingües. Unicode se ha vuelto el más extenso y completo esquema de codificación de caracteres, siendo el más dominante en la internacionalización y adaptación local del software informático. El estándar ha sido implementado en un número considerable de tecnologías recientes, que incluyen XML, Java y sistemas operativos modernos.

5. Codificación de caracteres

La codificación de caracteres es el método que permite convertir un carácter de un lenguaje natural (alfabeto o silabario) en un símbolo en otro sistema de representación, como un número o una secuencia de pulsos eléctricos en un sistema electrónico, aplicando normas o reglas de codificación.

Normas de codificación. Definen la forma en la que se codifica un carácter dado en un símbolo en otro sistema de representación. Ejemplos de esto son el código Morse, la norma ASCII o la UTF-8, entre otros.

ASCII, Por estar íntimamente ligado al octeto (y por consiguiente a los enteros que van del 0 al 127, el problema que presenta es que no puede codificar más que 128 símbolos diferentes (128 es el número total de diferentes configuraciones que se pueden conseguir con siete dígitos binarios o digitales (0000000, 0000001,..., 1111111), usando el octavo dígito de cada octeto (bit o dígito de paridad) para detectar algún error de transmisión). Un cupo de 128 es suficiente para incluir mayúsculas y minúsculas del abecedario inglés, además de cifras, puntuación, y algunos "caracteres de control" (por ejemplo, uno que instruye a una impresora que pase a la hoja siguiente), pero el ASCII no incluye ni los caracteres acentuados ni el comienzo de interrogación que se usa en castellano, ni tantos otros símbolos (matemáticos, letras griegas,...) que son necesarios en muchos contextos.

ASCII Extendido; debido a las limitaciones del ASCII se definieron varios códigos de caracteres de ocho bits, entre ellos el ASCII extendido. Sin embargo, el problema de estos códigos de ocho bits es que cada uno de ellos se define para un conjunto de lenguas con escrituras semejantes y por tanto no dan una solución unificada a la codificación de todas las lenguas del mundo. Es decir, no son suficientes ocho bits para codificar todos los alfabetos y escrituras del mundo.

6. MPEG-2

Moving Pictures Experts Group 2 (MPEG-2), es la designación para un grupo de estándares de codificación de audio y vídeo acordado por MPEG (grupo de expertos en imágenes en movimiento), y publicados como estándar ISO 13818. MPEG-2 es por lo general usado para codificar audio y vídeo para señales de transmisión, que incluyen televisión digital terrestre, por satélite o cable. MPEG-2. Con algunas modificaciones, es también el formato de codificación usado por los discos SVCD y DVD comerciales de películas.

MPEG-2 es similar a MPEG-1, pero también proporciona soporte para vídeo entrelazado (el formato utilizado por las televisiones.) MPEG-2 vídeo no está optimizado para bajas tasas de bits (menores que 1 Mbit/s), pero supera en desempeño a MPEG-1 a 3 Mbit/s y superiores.

MPEG-2 introduce y define flujos de transporte, los cuales son diseñados para transportar vídeo y audio digital a través de medios impredecibles e inestables, y son utilizados en transmisiones televisivas. Con algunas mejoras, MPEG-2 es también el estándar actual de las transmisiones en HDTV. Un descodificador que cumple con el estándar MPEG-2 deberá ser capaz de reproducir MPEG-1.

MPEG-2 audio, definido en la parte 3 del estándar, mejora a MPEG-1 audio al alojar la codificación de programas de audio con más de dos canales. La parte 3 del estándar admite que sea hecho retro-compatible, permitiendo que descodificadores MPEG-1 audio puedan descodificar la componente estéreo de los dos canales maestros, o en una manera no retro-compatible, la cual permite a los codificadores hacer un mejor uso del ancho de banda disponible. MPEG-2 soporta varios formatos de audio, incluyendo MPEG-2 AAC.

7. ATRAC

ATRAC (*Adaptive TRansform Acoustic Coding*) es un algoritmo de codificación (códec) de audio con pérdida desarrollado por Sony, basado en principios psicoacústicos, que ofrece distintas tasas de compresión, según la calidad de sonido. Actualmente se utiliza para guardar información de señales de audio, en *MiniDisc* y otros productos reproductores de audio propietarios de Sony.

La primera versión de este códec, ATRAC-1, se desarrolló el 1992 y conseguía comprimir la información de audio aproximadamente a la quinta parte de la tasa de datos de un CD. Asimismo, esta tecnología no ha dejado de evolucionar y sus versiones más recientes ATRAC3 y ATRAC3plus, que aparecieron en el año 1999 y en 2002, ofrecen compresiones mayores, llegando a codificar el audio al 5 y 10% de la tasa de datos de un CD, respectivamente. El hecho de poder reducir el tamaño de los datos de audio manteniendo una calidad suficientemente buena ha permitido grabar más temas en los diferentes soportes de almacenamiento y reproducción, cambiando la manera como escuchamos música.

8. Cifrado César

El cifrado César mueve cada letra un determinado número de espacios en el alfabeto. En criptografía, un cifrado César, también conocido como cifrado por desplazamiento, es una de las técnicas de codificación más simples y más usadas. Es un tipo de cifrado por sustitución en el que una letra en el texto original es reemplazada por otra letra que se encuentra en una posición que está un número determinado de espacios más adelante en el alfabeto. Por ejemplo, con un desplazamiento de 3, la A sería reemplazada por la D (situada 3 lugares a la derecha de la A), la B sería reemplazada por la E, etcétera. Este método debe su nombre a Julio César, que lo usaba para comunicarse con sus generales.

El cifrado César muchas veces es parte componente de sistemas más complejos de codificación, como el cifrado *Vigenère*, e incluso tiene aplicación en el sistema ROT13. Como todos los cifrados de sustitución alfabética simple, el cifrado César se descifra con facilidad y en la práctica no ofrece mucha seguridad a la comunicación.

9. Matriz de datos

Datamatrix, o codificación de datos 2D, es un nuevo sistema industrial de codificación bidimensional que permite la generación de un gran volumen de información en un

formato muy reducido, con una alta fiabilidad de lectura gracias a sus sistemas de información redundante y corrección de errores (legible hasta con 20-30% dañado).

Datamatrix por micropercusión

Además no es necesario un alto contraste para reconocer el código. El código está formado por celdas de color blanco y negro (perforadas o no perforadas en el caso de la micropercusión) que forman una figura cuadrada o rectangular. Cada una de esas celdas representa un bit de información. La información puede estar codificada como texto o datos en bruto (*raw data* en inglés).

10. Claude Shannon

Estudia el flujo de las ondas electromagnéticas a través de un circuito. Y entiende que a través del código binario se puede homogeneizar todo tipo de información (textos, sonidos, imágenes...). Distingue claramente entre mensaje y el medio por el que éste se transmite. Al tiempo, analiza cómo medir la eficacia de un canal de comunicación a través del concepto de entropía, tomado de la segunda ley de la termodinámica. La entropía mide las pérdidas derivadas de los 'ruidos' en la transmisión de información de un mensaje, y, al tiempo, la posibilidad de eliminar las mermas, la incertidumbre, mediante la redundancia y la codificación numérica en el origen del proceso de comunicación y su decodificación en la fase de recepción.

Al cabo de más de medio siglo de sus hallazgos se sigue considerando el trabajo de Shannon la pieza clave en el desarrollo que lleva a que la comunicación adquiera un carácter de centralidad en la sociedad actual. Asimismo, sienta los fundamentos matemáticos de la revolución tecnológica de la segunda mitad del siglo XX.

Desde el estudio del álgebra 'booleana' teoriza acerca del código binario, la base del lenguaje digital, a partir de unidades básicas de información, definidas por dos estados: el 'sí' y el 'no', el 0 y el 1, abierto/cerrado, verdadero/falso, blanco/negro. El 0 y el 1 aparecen como el átomo de la información, como la base constructiva del mensaje. Una información compleja es una sucesión de unidades básicas, de unos y ceros. Más allá de la formulación teórica, Shannon construyó circuitos y máquinas basadas en los flujos binarios de información, mediante interruptores y relés en las que se anticipaban los embriones de muchos de los desarrollos de las décadas posteriores.

La información así tratada adquiere una dimensión física, cuantificable y medible, independientemente del contenido, de los emisores y de los receptores. Equis páginas de un libro tienen la misma información que una cantidad igual de otro, independientemente de sus autores y la calidad de sus contenidos... La base matemática de la teoría radica en su cuantificación, en la descripción del concepto técnico de canal, en la codificación y decodificación de las señales; esto es, un concepto de la información distinto al conocido hasta entonces en los ámbitos de las ciencias sociales. Las aportaciones del veterano Warren Weaver a la concepción de Shannon son importantes, en la medida que da alcances que sobrepasan el mero ámbito de la escena técnica. Bajo la firma de ambos se publica el texto central de la teoría matemática (*The Mathematical Theory of Communication*, Universidad de Illinois, 1949), que ejercerá una influencia en distintas áreas disciplinares y corrientes de pensamiento orientadas hacia el estudio de la comunicación.

11. Codificación nerviosa

Sistemas de codificación a partir de las señales bioelectromagnéticas del cerebro humano por potencial evocado. Estas señales se transforman en series de Fourier y se fractalizan dando un código que luego se pasa al código de barras universal. Que finalmente es el tema de la tesis y a la vez es contrastable con los diez sistemas de codificación anteriores.

ANEXO 3: DOCUMENTOS BASE EXPERIMENTAL



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Fundada en 1551)
FACULTAD DE MEDICINA
«AÑO DE LA INNOVACIÓN INSTITUCIONAL Y DEL
SESQUICENTENARIO DE LA FACULTAD DE MEDICINA»



Oficio N° 940-UPG-FM-2006

Lima, 05 de Octubre de 2006

Señor Doctor

Alfredo Durand Padros

Jefe del Servicio de Potencial Evocado
Hospital Nacional Edgardo Rebagliatti Martins
Lima.

Asunto: Presentación del Sr. César Armando Zárate Gonzáles
Tesis Doctoral Neurociencias.

De mi mayor consideración:


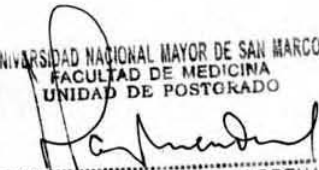
Me dirijo a usted con la finalidad de saludarlo y a la vez presentarle al Señor César Armando Zárate Gonzáles estudiante del Doctorado de Neurociencias de la Universidad Mayor de San Marcos.

El motivo principal de dicha carta es de comunicarle que el Señor Zárate está elaborando su Tesis Doctoral en Neurociencias y para lo cual necesita asesoramiento y también realizar investigaciones experimentales científicas en el centro que usted dirige.

Dicho documento se le envía a usted a solicitud del interesado para los efectos correspondientes.

Sin otro particular aprovecho la oportunidad para renovarle mis saludos y estima personal.

Atentamente,

 UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
FACULTAD DE MEDICINA
UNIDAD DE POSTGRADO

Dr. FAUSTO GARMENDIA LORENA
Director


Dr. ALFREDO DURAN PADROS
Médico Asistente del Servicio de Neurología
C.M.P. 18594 RNE 8635
RED ASISTENCIAL REBAGLIATTI
HNRM - EsSalud

cc.Dr. Pedro Ortiz

11. Oct. 2006
12m

vca



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Fundada en 1551)
FACULTAD DE MEDICINA
«AÑO DE LA INNOVACIÓN INSTITUCIONAL Y DEL
SESQUICENTENARIO DE LA FACULTAD DE MEDICINA»



Oficio N° 938-UPG-FM-2006

Lima, 05 de Octubre de 2006

Señor Doctor
César Abel Castañeda Díaz
Jefe del Servicio de Neurología
Hospital Nacional Guillermo Almenara
Lima.

Asunto: Presentación del Sr. César Armando Zárate Gonzales
Tesis Doctoral Neurociencias.

De mi mayor consideración:

Me dirijo a usted con la finalidad de saludarlo y a la vez presentarle al Señor César Armando Zárate Gonzales estudiante del Doctorado de Neurociencias de la Universidad Mayor de San Marcos.

El motivo principal de dicha carta es de comunicarle que el Señor Zárate está elaborando su Tesis Doctoral en Neurociencias y para lo cual necesita asesoramiento y también realizar investigaciones experimentales científicas en el centro que usted dirige.

Dicho documento se le envía a usted a solicitud del interesado para los efectos correspondientes.

Sin otro particular aprovecho la oportunidad para renovarle mis saludos y estima personal.

Atentamente,



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
FACULTAD DE MEDICINA
UNIDAD DE POSTGRADO

Dr. FAUSTO BARMENIA LORENA
Director

Dr. César Abel Castañeda Díaz
servicio de NEUROLOGÍA
C.M.P. 13888
Hosp.Nac.Guillermo Almenara
11.10.06
9:12 am

cc.Dr. Pedro Ortiz

vca



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Fundada en 1551)
FACULTAD DE MEDICINA
«AÑO DE LA INNOVACIÓN INSTITUCIONAL Y DEL
SESQUICENTENARIO DE LA FACULTAD DE MEDICINA»



Oficio N° 939-UPG-FM-2006

Lima, 05 de Octubre de 2006

Señor Doctor

Leonardo Alcayhuaman

Decano de la Facultad de Ingeniería

Universidad Ricardo Palma

Lima.



Asunto: Presentación del Sr. César Armando Zárate Gonzales
Tesis Doctoral Neurociencias.

De mi mayor consideración:

Me dirijo a usted con la finalidad de saludarlo y a la vez presentarle al Señor César Armando Zárate Gonzáles estudiante del Doctorado de Neurociencias de la Universidad Mayor de San Marcos.

El motivo principal de dicha carta es de comunicarle que el Señor Zárate está elaborando su Tesis Doctoral en Neurociencias y para lo cual necesita asesoramiento y también realizar investigaciones experimentales científicas en el centro que usted dirige.

Dicho documento se le envía a usted a solicitud del interesado para los efectos correspondientes.

Sin otro particular aprovecho la oportunidad para renovar mis saludos y estima personal.

Atentamente,


 UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
FACULTAD DE MEDICINA
UNIDAD DE POSTGRADO

 DR. FAUSTO GARMENDÍA LOBENA
Director

cc.Dr. Pedro Ortiz

vca